

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Karolína Čížková

**Vliv aktivního cvičení dle konceptu DNS na
lokální senzoryckou percepci v oblasti hrudní
páteře u běžců na lyžích**

Diplomová práce

Praha 2015

Autor práce: **Bc. Karolína Čížková**

Vedoucí práce: **Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.**

Datum obhajoby: **2015**

Bibliografický záznam

ČÍŽKOVÁ, Karolína. Vliv aktivního cvičení dle konceptu DNS na lokální senzoryckou percepci v oblasti hrudní páteře u běžců na lyžích. Praha, 2015. 83 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí diplomové práce Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vlivem aktivního cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace na lokální senzoryckou percepci v oblasti střední hrudní páteře u vrcholových sportovců – běžců na lyžích. Dále práce popisuje nejčastější zdravotní obtíže u těchto sportovců a posuzuje vliv integrace aktivního cvičení dle konceptu DNS do každodenního tréninku běžců na lyžích na intenzitu a frekvenci bolestí krční, hrudní a bederní páteře. Přináší i teoretické poznatky o konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace a vzájemné závislosti kvality senzoryckých a motorických funkcí.

Metodika: Studie se zúčastnilo celkem 20 vrcholových sportovců – běžců na lyžích ve věkovém rozmezí 17 – 27 let, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Testovaná skupina integrovala do svého tréninku vybrané tři cviky dle Dynamické neuromuskulární stabilizace se zacílením na segmentální pohyb v hrudní páteři. Celkem bylo provedeno 5 měření na kvalitu senzorycké percepce v průběhu dvou měsíců u všech sportovců. Dále jsme hodnotili okamžitý efekt terapie u testované skupiny vyšetřením senzorycké percepce před a ihned po terapii. Na začátku a na konci studie vyplnil každý sportovec dotazník Young spine questionnaire, zjišťující intenzitu a frekvenci bolestí zad.

Výsledky: Taktilní a termické čítí dosahovalo maximálních hodnot při každém měření u všech sportovců. U grafestezie, dvoubodové diskriminace a vibračního čítí sledujeme u testované skupiny signifikantně rychlejší růst (popř. u dvoubodové diskriminace pokles) hodnot v čase než u kontrolní skupiny. Okamžitý efekt terapie ukazuje statisticky významné zlepšení pouze u dvoubodové diskriminace ($p = 0,021$). Na základě dotazníku došlo u testované skupiny k signifikantnímu snížení intenzity bolestí ve všech třech oblastech páteře v porovnání s kontrolní skupinou (krční $p = 0,005$, hrudní $p = 0,004$, bederní $p = 0,014$). Frekvence bolestí byla snížena pouze v hrudní oblasti ($p = 0,011$).

Závěr: Integrace aktivního cvičení dle Dynamické neuromuskulární stabilizace do tréninku běžců na lyžích má vliv na zlepšení kvality senzorní percepcie v oblasti střední hrudní páteře a na snížení intenzity bolesti v oblasti krční, hrudní a bederní páteře a frekvence bolesti v hrudní oblasti páteře.

Abstract

This thesis examines the influence of active exercise according to the concept of the Dynamic Neuromuscular Stabilization on local sensory perception in the mid-thoracic spine in elite athletes – cross-country skiers. It also describes the most common health problems in these athletes and assesses the impact of the integration of active exercise according to the DNS concept into everyday practice of cross-country skiers on the intensity and frequency of pain in cervical, thoracic and lumbar spine. It also presents theoretical knowledge about the concept of the Dynamic Neuromuscular Stabilization and interdependence of quality of sensory and motor functions.

Methods: The study included a total of 20 elite athletes – cross-country skiers aged 17-27, randomly divided into two groups. The training group integrated into their practice selected three exercises according to the Dynamic Neuromuscular Stabilization targeting segmental motion in the thoracic spine. A total of five measurements were performed on the quality of sensory perception during two months for all athletes. Furthermore, we evaluated the immediate effect of the therapy in the test group through the examination of sensory perception before and immediately after the treatment. At the beginning and at the end of the study each athlete completed the Young spine questionnaire, detecting the intensity and frequency of their back pain.

Results: Tactile and thermal perception reached the maximum values for each measurement for all athletes. In graphesthesia, two-point discrimination and vibration perception the training group shows significantly faster increase (for a two-point discrimination decrease) of values in time than the control group. The immediate effect of the therapy shows a statistically significant improvement only in two-point discrimination ($p = 0.021$). On the basis of the questionnaire we can state that in the training group the intensity of pain in all three areas of spine was significantly reduced compared to the control group ($p = 0.005$ cervical, thoracic, $p = 0.004$, $p = 0.014$ lumbar). The frequency of pain was reduced only in the thoracic area ($p = 0.011$).

Conclusion: The integration of active exercise according to the Dynamic Neuromuscular Stabilization to the practice of cross-country skiers has an impact on improving the quality of sensory perception in the mid-thoracic spine and on reducing the intensity of pain in the cervical, thoracic and lumbar spine and the frequency of pain in the thoracic spine.

Klíčová slova

Dynamická neuromuskulární stabilizace, senzoričká percepce, běh na lyžích, střední hrudní páteř, senzomotorická kontrola, bolesti zad u vrcholových sportovců

Keywords

Dynamic Neuromuscular Stabilization, sensory perception, cross-country skiing, middle back, sensorimotor control, back pain in elite athletes

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Doc. MUDr. Aleny Kobesové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 4. 5. 2015

Bc. Karolína Čížková

Poděkování

V první řadě bych ráda velmi poděkovala Doc. MUDr. Aleně Kobesové, Ph.D., za cenné rady, názory, připomínky a výbornou komunikaci při odborném vedení mé diplomové práce. Dále děkuji za pomoc při realizaci výzkumu všem zúčastněným sportovcům – běžcům na lyžích a zdravotnickým pracovníkům Armádního sportovního centra Dukla Liberec. Za četné metodologické konzultace a statistické zpracování naměřených dat vděčím Doc. Rostislavovi Andělovi, Ph.D., a Ing. Lence Janatové. Mé díky patří rovněž i mé rodině a přáteli, kteří mě během zpracovávání diplomové práce velmi podporovali.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 11 |
| 1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ | 12 |
| 1.1 BĚH NA LYŽÍCH | 12 |
| 1.1.1 Běh na lyžích jako forma lokomoce | 12 |
| 1.1.2 Techniky běhu na lyžích | 13 |
| 1.1.3 Nejčastější zdravotní obtíže běžců na lyžích | 16 |
| 1.1.4 Sportovní příprava vrcholových běžců na lyžích..... | 18 |
| 1.2 SOMATOSENZORICKÝ SYSTÉM | 19 |
| 1.2.1 Senzomotorická kontrola | 19 |
| 1.2.2 Senzorický systém a posturální stabilizace | 21 |
| 1.2.3 Senzorická integrace a motorické učení | 22 |
| 1.2.4 Vybrané modalitty čítí využití v rámci experimentální části diplomové práce | 23 |
| 1.3 DYNAMICKÁ NEUROMUSKULÁRNÍ STABILIZACE | 24 |
| 1.3.1 Postura a posturální funkce bránice | 25 |
| 1.3.2 Stabilizační systém páteře..... | 26 |
| 1.3.3 Vývojová kineziologie – základ DNS..... | 28 |
| 1.3.4 Terapie dle DNS | 29 |
| 1.3.5 Vybrané cvičební pozice z konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace | 30 |
| 2 CÍLE A HYPOTÉZY | 32 |
| 3 METODIKA | 33 |
| 3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU A DESIGN STUDIE | 33 |
| 3.2 VYŠETŘENÍ SENZORICKÉ PERCEPCE..... | 33 |
| 3.2.1 Taktilní čítí | 34 |
| 3.2.2 Termické čítí..... | 34 |
| 3.2.3 Grafestezie | 35 |
| 3.2.4 Dvoubodová diskriminace | 35 |
| 3.2.5 Vibrační čítí | 36 |
| 3.3 HODNOCENÍ POMOCÍ DOTAZNÍKU YOUNG SPINE QUESTIONNAIRE | 36 |
| 3.4 DYNAMICKÁ NEUROMUSKULÁRNÍ STABILIZACE | 36 |
| 3.4.1 Volba cviků..... | 37 |
| 4 VÝSLEDKY | 41 |
| 4.1 DESKRIPTIVNÍ STATISTIKA ZÍSKANÝCH HODNOT | 41 |
| 4.2 ANALÝZA KVALITY LOKÁLNÍ SENZORICKÉ PERCEPCE V OBLASTI STŘEDNÍ HRUDNÍ PÁTEŘE V PRŮBĚHU 2 MĚSÍCŮ | 42 |
| 4.2.1 Grafestezie | 42 |
| 4.2.2 Dvoubodová diskriminace | 44 |
| 4.2.3 Vibrační čítí | 46 |
| 4.2.4 Porovnání rozdílu výsledků mezi testovanou a kontrolní skupinou | 47 |
| 4.3 ANALÝZA OKAMŽITÉHO EFEKTU AKTIVNÍHO CVIČENÍ DLE KONCEPTU DNS NA LOKÁLNÍ SENZORICKOU PERCEPCI V OBLASTI STŘEDNÍ HRUDNÍ PÁTEŘE U TESTOVANÉ SKUPINY | 50 |
| 4.4 HODNOCENÍ BOLESTI POMOCÍ DOTAZNÍKU YSQ | 52 |
| 5 DISKUZE | 54 |
| 5.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI | 54 |
| 5.2 VZTAH MEZI SENZORICKÝMI A MOTORICKÝMI FUNKCEMI..... | 56 |
| 5.3 PROBLEMATIKA TECHNIKY POSILOVÁNÍ U BĚŽCŮ NA LYŽÍCH | 58 |
| 5.4 ANALÝZA KVALITY SENZORICKÉ PERCEPCE V PRŮBĚHU 2 MĚSÍCŮ | 58 |
| 5.5 ANALÝZA OKAMŽITÉHO EFEKTU AKTIVACE TRUPOVÉ STABILIZACE NA KVALITU SENZORICKÉ PERCEPCE U TESTOVANÉ SKUPINY..... | 60 |
| 5.6 HODNOCENÍ POMOCÍ DOTAZNÍKU YSQ..... | 61 |
| 5.7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ V TRÉNINKU VRCHOLOVÝCH SPORTOVČŮ - BĚŽCŮ NA LYŽÍCH .. | 62 |
| 5.8 LIMITY STUDIE | 63 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 6 ZÁVĚR..... | 65 |
| REFERENČNÍ SEZNAM | 66 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 72 |
| SEZNAM TABULEK..... | 74 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | 75 |
| PŘÍLOHY | 76 |

SEZNAM ZKRATEK

BMI – body mass index, index tělesné hmotnosti

CNS – centrální nervový systém

ČR – Česká Republika

DNS – dynamická neuromuskulární stabilizace

EMG – elektromyografie

HA – alternativní hypotéza

KRBS – komplexní regionální bolestivý syndrom

LBP – low back pain, bolesti dolní části zad

m./mm. – musculus, musculii, sval/ svaly

P – value – pravděpodobnost chyby

SD – směrodatná odchylka

Th – thoracic, hrudní

TSA II – neurosenzory analyzer, neurosensorický analyzátor teploty a vibrací

YSQ – young spine questionnaire, dotazník zjišťující bolesti páteře

ÚVOD

Běh na lyžích je jeden z nejoblíbenějších sportů. Klade vysoké nároky jak na kardiovaskulární, tak i muskuloskeletální systém, a proto je pro správné technické provedení nezbytná výborná nervosvalová koordinace sportovců. Při každém vrcholovém sportu dochází vlivem vysokých nároků na sportovce k nadměrnému přetěžování pohybového aparátu. Pro prevenci zranění a funkčních poruch je základem vhodně volený trénink a edukace trenérů způsobilým fyzioterapeutem.

Bolesti v oblasti páteře řadíme mezi nejčastější zdravotní obtíže u vrcholových běžců na lyžích. Mezi hlavní cíle sportovní přípravy patří zvyšování vytrvalostních a silových schopností. Metodika silového tréninku je založena především na anatomické funkci svalu a nebere ohled na kvalitu globální posturální stabilizace vrcholových sportovců. Někteří jedinci neprojdou fyziologickým vývojem v prvním roce života a své již patologické vzory prohlubují nadměrným přetěžováním v tréninku. Jiní sportovci si kvalitu své posturální stabilizace naruší neadekvátně voleným tréninkem, kdy dojde k výrazným svalovým dysbalancím a jedinec se pohybuje neekonomicky. To má za následek funkční poruchy pohybového aparátu, snížení výkonnosti sportovce a zvýšené riziko zranění.

Bez senzitivních funkcí není funkcí motorických. Pro přestavbu pohybových vzorů je nutná cílená aktivace oblastí CNS, kde dochází k analýze sensorických vjemů a k jejich propojení s funkcemi motorickými. Z toho vyplývá, že jak pro ekonomický pohyb a pohybovou diferenciaci, tak pro motorické učení a nácvik nových pohybových programů je potřeba bezchybná multisenzorická integrace na úrovni CNS. Pro dosažení optimální posturální stabilizace, která je prevencí zranění a funkčních poruch, je nezbytné funkční zapojení svalů v jejich posturálně - lokomoční funkci. Toho využívá koncept Dynamické neuromuskulární stabilizace, který je založen na principech vývojové kineziologie. Tato diplomová práce vznikla s cílem ověřit hypotézu, že vlivem integrace aktivního cvičení dle konceptu DNS do tréninku vrcholových sportovců – běžců na lyžích, dochází ke zlepšení kvality sensorických funkcí a snížení frekvence a intenzity bolestí v oblasti krční, hrudní a bederní páteře.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Běh na lyžích

Běh na lyžích řadíme mezi nejstarší sportovní disciplíny. Od prvopočátku byl součástí olympijského programu a během té doby došlo k významným změnám v technice i vybavení běhu na lyžích. (Butcher, Brannen, 1998)

Jedná se o vytrvalostní zátěž cyklického charakteru, která se projevuje pravidelnou prací dolních a horních končetin a svalstva trupu. U všech běžeckých způsobů dochází k zapojení velkého množství svalových skupin, proto považujeme běh na lyžích za velmi energeticky náročný sport, u kterého je potřeba výborná regulační schopnost nervového systému. Pouze na základě této správné nervové regulace může docházet ke koordinovanému zapojení svalových skupin a k výslednému pohybu při běhu na lyžích. (Ilavský, 2005)

Nervosvalová koordinace je podstatnou komponentou i pro dynamickou rovnováhu, kterou je potřeba uchovat v různých fázích techniky tak, aby mohl být proveden odraz a následné přenesení trupu na skluzovou lyži s co nejdelším skluzem v jednooporovém postavení. Úroveň rovnováhy tak ovlivňuje strukturu a kvalitu pohybu. (Gnad, Psotová, 2005)

U vrcholových sportovců v běhu na lyžích je nezbytná i rychlá schopnost reakce a adaptace na profil trati adekvátním vystřídáním způsobu běhu. K tomu by mělo dojít bez větších koordinačních problémů a běh by měl zůstat stále co nejvíce efektivní, ekonomický, s co nejmenší spotřebou energie za cenu udržení vysokého tempa. Zároveň se lyžař neustále přizpůsobuje vnějšímu prostředí, které je ovlivněno zejména kvalitou sněhové pokrývky a povětrnostními podmínkami. (Schwartz, 1992)

1.1.1 Běh na lyžích jako forma lokomoce

I ve sportu platí zákonitosti lokomoce dle Vojty (1995) týkající se polohy těla, změny těžiště směrem k punctum fixum, automatické držení těla, vzpřímení trupu vůči gravitaci, funkční centrace kloubů, fázické aktivity svalu s daným úhlovým pohybem mezi segmenty těla a dalších zásad. Pro technicky správné provedení Kračmar (Kračmar, 2007) klade důraz na výchozí polohu před zahájením pohybu, zejména na polohu horních a dolních končetin.

Dle Kračmara (Kračmar, 2002) má běh na lyžích charakter kvadrupedální lokomoce, ale liší se občasným synchronním zapojením horních končetin při soupažném odpichu. Na pletencích předpokládáme svalovou koordinaci, která má svůj ekvivalent v ontogenetických formách lidské lokomoce. (Vojta, Peters, 1995) Zároveň zde dochází k určité modifikaci zkříženého vzoru. (Kračmar, 2001)

Cignetti, et al. (Cignetti, et al., 2009) ale upozorňuje na mechanické hledisko při běhu na lyžích, které odlišuje lyžování od kvadrupedální lokomoce. U běžce na lyžích dochází ke vzniku hnací setrvačné síly, která je potřeba pro dlouhý skluz dolní končetiny po lyži. Nicméně z kinematického hlediska studie ukazují, že rytmické pohyby paží a dolních končetin a zpětné působení podložky na končetiny je blízké kvadrupedální lokomoci.

1.1.2 Techniky běhu na lyžích

Rozlišujeme dvě základní techniky běhu na lyžích. (Lindsay et al., 1993) Jejich využití se mění především v závislosti na rychlosti a strmosti svahu. Navíc je přechod z jedné techniky na druhou zdůvodňován změnami stability a změnou nároků na koordinaci při běhu na lyžích. (Pellegrini et al., 2013)

1.1.2.1 Běh na lyžích klasickou technikou

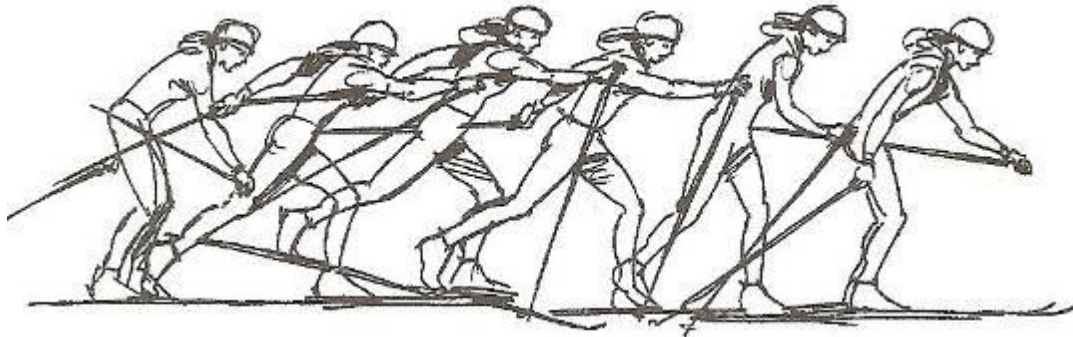
Již název naznačuje, že klasický způsob běhu na lyžích je základní a nejstarší běžeckou technikou. Vznikl postupným prodlužováním skluzu v jednooporovém postavení a efektivním využitím odrazových schopností při prosté chůzi na lyžích. (Bolek, 2008) Lokomoce je realizována střídavým zapojováním horních a dolních končetin, což je potřeba řídit bezchybnou nervosvalovou koordinací tak, aby byl vznikl komplexně ucelený a plynulý pohyb. Veškeré pohyby by měly být prováděny ve stejné frekvenci s maximální uvolněností a plynulostí. (Gnad, Psotová, 2005)

Odras z nohy je prováděn z plochy skluznice pomocí extenze všech kloubů dolní odrazové končetiny. Tím dojde i k mírné extenzi trupu, která se mění s flexí trupu při švihové fázi. Pánev na straně skluzové fáze jde směrem ventrálně a laterálně, což napomáhá maximálnímu přenesení těžiště nad skluzovou lyži. Jelikož horní trup a ramena jsou v tuto chvíli v opačném nastavení, dochází ke křížení osy ramen a pánve a rotaci páteře. Aby byl odpich paží efektivní, je třeba jej vést po co nejdelší dráze a vždy ve směru lokomoce. Hole jsou zapichovány pod ostrým úhlem před špičkou boty.

Zahájení odpichu lyžař provádí ve flexi v ramenním kloubu a ukončuje jej v jeho extenzi. (Gnad, Psotová, 2005)

Při klasické technice běhu dochází ke zvýšenému zatěžování bederní páteře, způsobené neustálým mírným předklonem trupu a jejím pohybem v sagitální rovině. Dochází ke zvýšeným nárokům na pohyblivost v kyčelním a ramenním kloubu v předozadní rovině. (Gnad, Psotová, 2005)

Ilavský (Ilavský, 2005) udává, že nejčastěji užívaným způsobem klasické techniky běhu na lyžích je střídavý běh dvoudobý (Obrázek 1).



Obrázek 1 Střídavý běh dvoudobý (Gnad, Psotová, 2005)

1.1.2.2 Bruslení

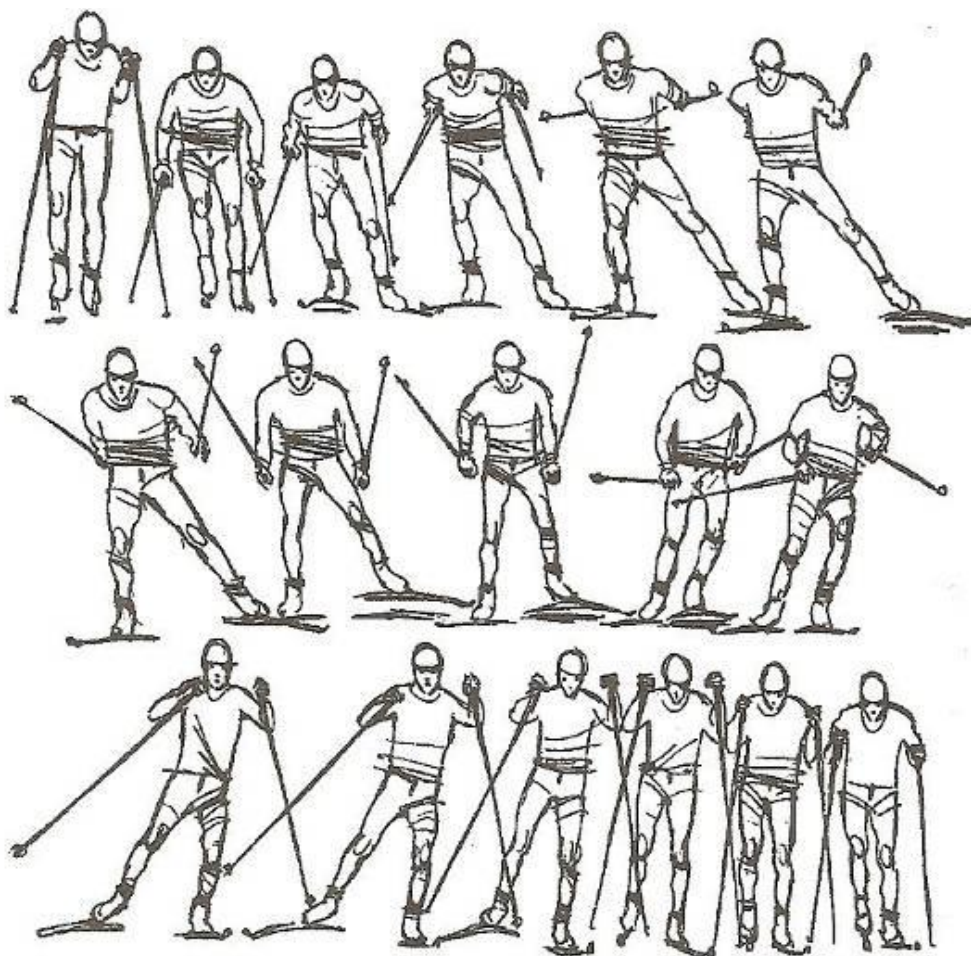
Podstatný rozdíl mezi klasickým způsobem běhu a bruslením je v provedení odrazu dolní končetiny. Díky odvrtnému postavení lyží dosahuje lyžař lepších odrazových schopností, a tím dosáhne vyšších rychlostí a delší skluzové fáze. Bruslení také klade vyšší nároky na nervosvalovou koordinaci a funkční kapacitu organismu, a to jak z biomechanického (rozsah pohybu, rovnováha, svalová síla), tak z fyziologického hlediska (aerobní kapacita, energetický výdej, spotřeba kyslíku). (Gnad, Psotová, 2005)

Rozlišujeme dva základní typy dvoudobé bruslicí techniky: bruslení dvoudobé se symetrickým pohybem paží (Obrázek 2) a bruslení dvoudobé s asymetrickým pohybem paží (Obrázek 3). (Gnad, Psotová, 2005) Při symetrickém pohybu paží dochází k většímu zapojení břišního a trupového svalstva. Žádná z nohou není dominantní a trup je mírně rotován ke směru skluzové lyže. Jedná se o jeden z nejrychlejších způsobů běhu na lyžích. U asymetrické techniky rozlišujeme dominantní stranu z hlediska výchozího postavení lyží, trupu a paží. Ramena jsou

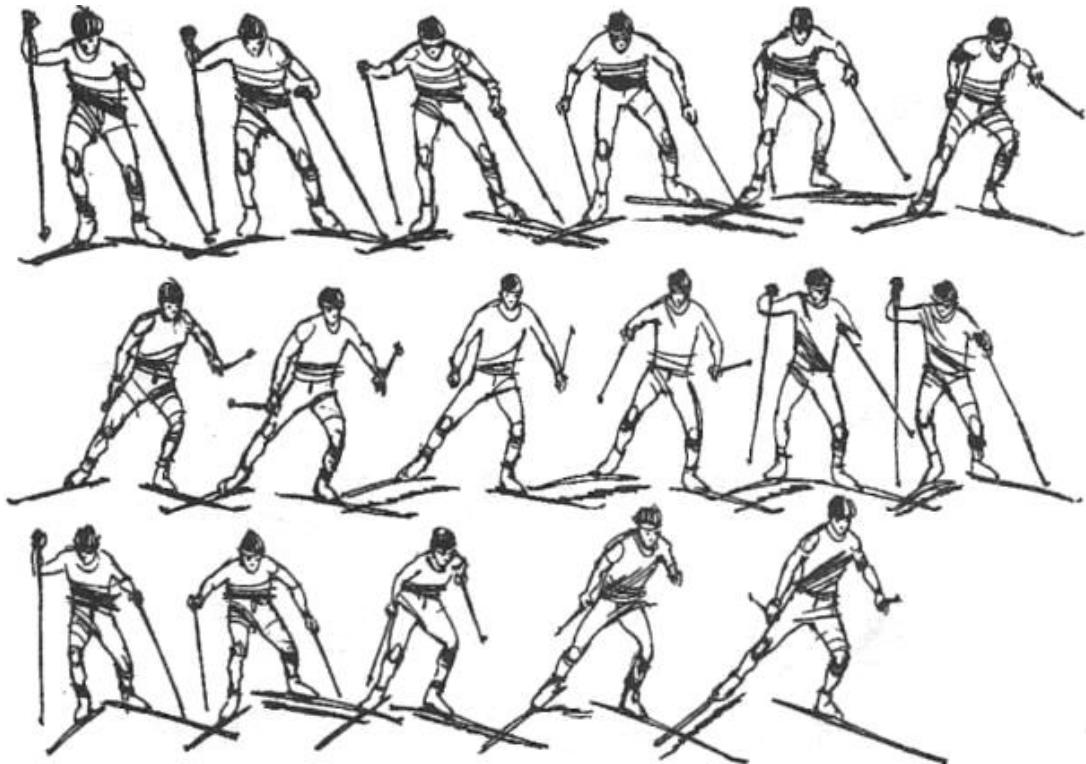
natočena kolmo na skluznou lyži a dominantní paže zapichuje hůl více vpředu. (Ilavský, 2005)

Při bruslicí technice dochází ke zvýšeným požadavkům na pohyblivost v kyčelním kloubu při pohybu do stran, tedy především zevních rotátorů a abduktorů, a v ramenním kloubu v sagitální rovině, tedy flexorů a extenzorů. (Gnad, Psotová, 2005)

Při zvýšeném stoupání svahu jsou na sportovce kladeny vyšší nároky na jeho stabilitu a koordinaci. Proto ve strmých kopcích je přednostně volena technika bruslení. (Cignetti et al., 2009)



Obrázek 2 Bruslení dvoudobé se symetrickým pohybem paží (Gnad, Psotová, 2005)



Obrázek 3 Bruslení dvoudobé s asymetrickým pohybem paží (Gnad, Psotová, 2005)

1.1.3 Nejčastější zdravotní obtíže běžců na lyžích

Celková incidence zranění u vrcholových běžců na lyžích je nízká a akutní zranění jsou vzácnější oproti kontaktním sportům. Jedná se o relativně bezpečnou sportovní disciplínu. (Butcher, Brannen, 1998) Na druhou stranu dlouhodobou a cyklickou zátěží vznikají chronické změny, které se často projeví až po dlouhodobějším přetěžování pohybového aparátu a u některých běžců mohou vést k předčasnému ukončení jejich lyžařské kariéry. Mezi nejčastější zdravotní obtíže u vrcholových běžců na lyžích vzniklé dlouhodobým přetěžováním řadíme tendinitidu Achillovy šlachy, přední kompartment syndrom, bolesti bederní páteře a ramenních kloubů. (Lindsay et al., 1993)

Autoři Orava, Jaroma a Hulkko (Orava et al., 1985) si ve své studii stanovili cíl zjistit, která zranění z přetížení jsou u běžců na lyžích nejčastější a která z nich vznikají následkem samotného běhu na lyžích nebo neadekvátním tréninkem. Výsledky ukázaly, že nejčastější poruchy muskuloskeletálního systému u běžců se objevují v oblasti ramenního kloubu (SC kloub, rotátorová manžeta, nestabilita lopatky), páteře (instabilita, spondylolýstézy) a na akrech dolních končetin (kotník, pata, chodidlo). Tím,

že je fixována distální část nohy k lyži, dochází při odrazu k nadměrné dorzální flexi metatarsofalangeálních kloubů, což může vést ke chronickým změnám, bolestem či ke stresové zlomenině. Dále bylo zjištěno, že u 60 % běžců bylo zranění z přetížení způsobeno pouze nevhodným tréninkem (především silovým), nikoli samotným lyžováním.

Lindsay (Lindsay et al., 1993) na podkladě své studie zjistil, že vznik bruslicí asymetrické techniky byl doprovázen i zhoršením zdravotních obtíží u běžců na lyžích, zejména v lumbosakrální oblasti. Důvodem může být opakovaná rotace pánve s extenzí kyčelního kloubu. Lindsay ukázal, že u vrcholových běžců na lyžích sledujeme velmi častý výskyt dysfunkce sakroiliakálního skloubení a lumbosakrálního přechodu, které jsou hlavní příčinou bolestí bederní oblasti.

Stejně i Butcher a Brannen (Butcher, Brannen, 1998) ve své studii uvádí u běžců na lyžích nejčastější bolesti bederní páteře z přetížení. Porovnávali bolesti u obou základních technik běhu na lyžích (klasickou technikou a bruslení) a neshledali žádný významný rozdíl ve frekvenci či intenzitě bolestí.

Eriksson et al. (Eriksson et al., 1996) pomocí dotazníků testoval přítomnost bolesti zad při klasickém lyžování a při bruslení. Více než 90% běžců udávalo bolesti zad více při klasické technice než při bruslení.

Na dolních končetinách jsou nejvíce zatěžovány m. gastrocnemius, m. quadriceps femoris, m. glutei, m. adductor magnus a m. iliopsoas. (Gnad, Psotová, 2005) U bruslení jsou to navíc i zevní rotátory, které nejsou natolik zapojovány při klasickém tréninku na suchu při běhu či cyklistice. (Butcher, Brannen, 1998) Ze svalstva horních končetin hrozí přetížení u svalů m. triceps brachii, m. deltoideus a svaly předloktí. Dále dochází, zejména při soupažném odpichu, k zapojování břišních a zádočných svalů, které zajišťují stabilitu trupu. (Gnad, Psotová, 2005) Nicméně při nedostatečné posturální stabilizaci, která vzniká neadekvátním trénováním, dochází v důsledku opakovaného pohybu trupu z flexe do extenze k přetěžování povrchových extenzorů páteře a m. rectus abdominis. Hypertonus povrchových extenzorů páteře se nejčastěji objevuje právě u bolestivých syndromů zad. (Frank, 2013) U ramenních kloubů často přebírá aktivitu horní porce m. trapezius, z důvodu oslabení dolních fixátorů lopatek. To vede k elevaci a protrakci ramenních kloubů s reklinací hlavy a omezení pohybu v ramenních kloubech. (Kolář, 2009; Véle, 2006)

U vrcholových sportovců bohužel nelze dosáhnout maximální prevence zranění z přetížení a musíme jej přijmout jako jedno z rizik spojených s vrcholovým sportem.

Navzdory tomu je běžecké lyžování jedním z nejméně doporučovaných sportů ve světě. (Orava et al., 1985)

1.1.4 Sportovní příprava vrcholových běžců na lyžích

Běžci na lyžích potřebují zvyšovat jak vytrvalostní, tak i silové schopnosti. Silový trénink pomůže ke zvýšení rychlosti běhu a ke zlepšení schopností překonávat stoupání při závodu. Rozvoj silových schopností je v praxi často prováděn s tendencí pouze vyjmout oslabený článek z celého pohybového cyklu a pracovat na progresu síly pouze s daným pohybovým prvkem. (Ilavský, 2005)

Véle (Véle, 2006) upozorňuje, že je třeba vždy při tréninku zohlednit celý svalový řetězec, ve kterém se daný sval zapojuje a vyvarovat se posilování jednotlivých svalů jako samostatných elementů, jak tomu bohužel často u vrcholových sportovců bývá. Je výhodnější posilovat celý pohyb a do jisté míry i celý posturální systém zajišťující nutnou stabilizaci těla. Účinnější je také posilování střídavě ve více rovinách, neboť tím zvyšujeme všestrannost zapojování svalů a následně též obratnost. (Véle, 2006) Další častou chybou při zvyšování svalové síly u sportovců je zapojení svalu pouze v jednom směru jeho tahu. Je důležité, aby sval byl trénován jak v otevřeném, tak v uzavřeném kinetickém řetězci, to znamená jak v nákročné, tak opěrné funkci. Tím docílíme koordinované souhry agonistů a antagonistů a stabilizace segmentů při statické i dynamické zátěži. (Kobesová, 2014)

Již Chek (Chek, 1999) popisuje stabilizaci trupu a kloubů pomocí tzv. vnitřní svalové jednotky, která je ohraničena bráničí a pánevním dnem. Tvoří ji hluboko uložené svaly, které se musí aktivovat již s myšlenkou provedení pohybu, který je vykonán pomocí tzv. vnější svalové jednotky. Pokud jsou svaly vnější svalové jednotky posilovány bez přítomnosti fungující vnitřní svalové jednotky, dochází k nevyhnutelným změnám a ke zvýšené incidenci poškození pohybového aparátu.

Pro dosažení správného výkonu vrcholových sportovců nepotřebujeme zvyšovat sílu jednotlivých svalů, ale spíše je nutné dosáhnout precizní stabilizace při každém pohybu za kontroly centrálního nervového systému. Koordinace ventrální a dorzální muskulatury s intraabdominálním tlakem s využitím vývojové kineziologie je základem konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace. (Frank, 2013) Pokud sval dosahuje své maximální síly ve fázi funkce, ale je nedostatečný ve své posturální funkci, dochází k posturální nestabilitě, která je velmi lehce zafixována centrálním nervovým systémem. Tím dojde k integraci patologické stabilizace do všech pohybů, zvláště u

sportovních aktivit, což vede k častému přetížení, snížení výkonnosti sportovce, zvýšenému riziku zranění a vzniku bolestivých syndromů. Chybná metodika tréninku upevňuje chybné hybné stereotypy. (Kobesová, 2014)

Pro sestavení účinného tréninku není důležité jen vědět jak často a ve kterém období posilovat, ale také který druh síly a jednotlivých cviků je vhodný či nevhodný vzhledem k věku a zdravotnímu stavu sportovců. Kooperace s odborníky fyzioterapeuty, kteří cvičencům pomohou správně zvládnout technické provedení jednotlivých cvičení, nepovažujeme jen za vhodnost, ba přímo za nutnost. (Jakl, 2007)

1.2 Somatosenzorický systém

Senzitivní (somatosenzorický) systém přijímá podněty dopadající na organismus z vnějšího, ale i z vnitřního prostředí. Zahrnuje vnímání bolesti, chladu a tepla, dotyku, tlaku, vibrace, pohybu a polohy těla. Spolu s ostatními smysly (čich, chuť, zrak, sluch a vestibulární aparát) tvoří sensorický systém. (Ambler, 2011)

Různé kvality cití přijímají receptory, odkud jsou podněty vedeny různými typy nervových vláken do zadních kořenů míšních. Míchou probíhají tři základní senzitivní systémy: zadně provazcový, spinothalamický a spinoretikulární. Všechny senzitivní dráhy pokračují do thalamu, odkud jako thalamokortikální systém končí v gyrus postcentralis parietálního laloku. V kůži najdeme povrchové receptory pro tlak (Ruffiniho tělíska a Merkelovy disky) a pro dotyk (Meisnerova a Pacciniho tělíska). Hluboké receptory jsou svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska a Paciniho tělíska. Dále nociceptory, které reagují na těžkou deformaci, extrémní změnu polohy klouby či zánět. Volná nervová zakončení registrují potencionálně poškozující stimuly a tepelné podněty. (Ganong, 2005; Kolář, 2009)

Protože CNS řídí pohyb na podkladě zpracování aferentní signalizace jak z vnějšího, tak z vnitřního prostředí, je pohyb velice závislý na sensorických podnětech, proto používáme výraz „senzomotorika“. (Véle, 1997)

1.2.1 Senzomotorická kontrola

Bez senzitivních funkcí není funkcí motorických. Správné cití je nezbytným předpokladem dobré kvality jakéhokoliv cíleného pohybu i opěrné motoriky. Aferentní signalizace má pro realizaci pohybu tak velký význam, že bez ní nelze koordinovaný

pohyb v podstatě vůbec provést. Uvedenému předpokladu odpovídá i fakt, že počet ascendentních spinálních drah je výrazně vyšší než počet descendentních. (Kolář, 2009)

Pohyb je tedy nejen motorický, ale i sensorický fenomén a signály ze smyslových receptorů mají značný vliv na jeho průběh. Pro řízení motorické funkce je důležitým kontrolním činitelem právě sensorická aference. (Véle, 2006) Přesnost sensorické informace je nezbytná pro jakoukoli úroveň řízení motoriky, od prosté reflexní odpovědi po komplexní pohyby. (Taimela, 1999) Proto tam, kde chybí povrchové i hluboké čítí a scházejí zpětnovazebné informace, je motorická funkce nedokonalá. (Véle, 2006) Zpětná vazba, zajišťovaná somatosenzorickým systémem, který předává informace do CNS o probíhajících dějích, je nezbytná pro provedení volního, diferencovaného a přesného pohybu. Z toho vyplývá, že jakákoli změna sensorické informace přicházející z periferie naruší řídicí funkci a projeví se v motorice. (Hodges, 2003)

Pro každý cílený pohyb je nutná interakce jedince s okolím, aby motorika mohla být plánována s ohledem na jeho vlastnosti. Rozeznat okolí pomocí taktilního a proprioceptivního čítí je základním předpokladem cíleného a diferencovaného pohybu. Tato schopnost dozrává postupně s motorickou dovedností dítěte. (Kolář, 2009)

Kvalita somatosenzorické funkce je závislá na stupni a kvalitě vývoje CNS. Při správném vývoji CNS dochází k takové svalové koordinaci, která zajistí dostatečnou stabilitu trupu a umožní orientaci dítěte ve svém tělesném schématu. Porucha somatosenzoriky a somatosenzorické integrace patří k obrazu neideálního vývoje v prvním roce života věku dítěte. V pozdějším věku se může projevit poruchou jemné motoriky, potížemi při oblékání a obouvání, neobratností při pohybových a sportovních aktivitách, poruchou relaxačního schématu či neschopností provést izolovaný pohyb. Dítě se jeví jako neobratné. (Ayres, 2005)

Funkce, které zajišťují proprioceptivní a taktilní zpracování vjemů za účelem vnímání vlastního těla s okolím, nazýváme stereognozií a somatognozií. Somatognozie představuje schopnost správné identifikace vlastního těla a stereognozie je schopnost prostorového vnímání zevního prostředí ve vztahu k našemu tělesnému schématu. (Kolář, 2009)

Správná kvalita senzitivních funkcí zajišťuje dokonalou představu o vlastním těle (somatognozie). Kvalita tohoto vnímání je úzce spjata s kvalitou naší motoriky, a proto je v rehabilitaci nesmírně důležitá. Často se setkáváme s poruchou somatognozie a senzitivních funkcí u pacientů s funkčními poruchami pohybového aparátu, kdy pacient

ztrácí schopnost kompenzace patologií hybného systému. Proto právě porucha percepce může být primární příčinou neekonomických pohybových vzorů, které přetěžují určité pohybové oblasti pohybového systému a často vedou k chronickým bolestem pohybového aparátu. (Kolář, 2009) Obvykle se porucha somatosenzoriky a somatosenzorické integrace vyskytuje u pacientů s recidivujícím svalovým poraněním, úponovými bolestmi, nebo u pacientů s bolestmi při funkčních či strukturálních změnách páteře. Z toho vyplývá, že jedním z hlavních cílů terapie by mělo být ovlivnění centrální složky pohybu. (Dyrhonová, Šafářová, 2009)

Výzkum cití dosáhl v poslední době velkého rozvoje, nejen v oblasti terapie poruch cití, ale senzorycká percepcce byla integrována právě zejména do oblasti tréninku motoriky a koordinace. (Kolář, 2009)

1.2.2 Senzorický systém a posturální stabilizace

Posturální stabilizace je dynamický proces zajištěný svalovou aktivitou a její schopností adaptace v klidu a v pohybu. Integrace somatosenzorického, vestibulárního a vizuálního systému je základem pro zajištění optimální posturální stability. Potřebná je i schopnost CNS integrovat aferentní vstupy a přizpůsobovat motorické reakce vzhledem k aktuálním podmínkám a požadavkům. (Oliveira, et al., 2011) Aktivace trupových svalů předchází jakémukoli pohybu končetin, čímž je zajištěna stabilita trupu, a při následném působení reakčních sil vyvolaných pohybem končetiny nedojde k vychýlení těžiště a ztrátě stability (feedforward). K tomu je potřeba správná interpretace aferentních signálů přicházejících do mozku z periferie a správně fungující řídicí mechanismy CNS (feedback - senzorycká zpětná vazba). (Hodges, 1996) Z toho vyplývá, že jedním z mechanismů ovlivňující zhoršení posturální stability je právě snížení kvality jednotlivých modalit somatosenzorického systému. (Maribo, 2011)

Změna posturálního držení těla či segmentu vyvolá specifické místní pohybové reakce nebo celého pohybového systému ve smyslu korekce polohy nebo zaujetí nové polohy. Takto změněné (vadné) držení se stává navyklým nevýhodným programem a je provázáno potížemi omezujícími rozsah pohybu a často i bolestí. (Véle, 2006)

Při nocicepci, ať už vnímanou či nevnímanou jako bolest, dochází k uplatnění náhradního šetřícího programu, který má umožnit hojení traumatizované oblasti. Trvá-li tento proces dlouho, může se náhradní program stát trvalým programem a tím dochází k pohybovým poruchám a ke změně posturálního držení, které mohou vést až ke strukturálním změnám. (Véle, 2006)

1.2.3 Senzorická integrace a motorické učení

Motorické učení je velmi závislé na kvalitě centrálních řídicích mechanismů a neuroplasticitě CNS. Neurofyzilogickými faktory, které ovlivňují kvalitu motorického učení a posturálních funkcí, jsou bezchybná multisenzická integrace proprioceptivních, zrakových, vestibulárních a kožních informací, míra excitability nervového systému, kvalita zpětnovazebných mechanismů, kvalita pohybové diferenciaci (selektivní hybnosti) a s tím spojená úroveň relaxačních schopností, nábor motorických jednotek a další mechanismy. (Gibbs, 2007)

Vnímání polohy a pohybu v jednotlivých kloubech a aktivity příslušných svalů vede k pochopení jejich funkce a vzájemného propojení. Toto vnímání musí být navíc doprovázeno emotivním prožitkem vnímané činnosti a motivovaným úsilím dosáhnout zamýšleného cíle. Emoční prožitek pohybu umožní uvědomování si vlastní svalové aktivity a poznávání funkce jednotlivých svalů nebo dokonce jejich částí, na které se vědomí soustřeďuje. Vědomě lze ovládnout i funkci jednotlivých částí svalů a dokonce i samostatných motorických jednotek, jak popsal Basmajian, který k tomuto zjištění využil biofeedback na EMG přístroji. (Véle, 2006)

Porušenou kvalitu cití nestačí pouze stimulovat prostřednictvím receptorů, ale důležitá je integrace senzitivních funkcí i na centrální úrovni. Je nutná cílená aktivace těch oblastí CNS, kde dochází k perpci (uvědomění si), analýze senzických vjemů a k jejich propojení s funkcemi motorickými. To znamená, že při aktivním cvičení je důležitý vědomý nácvik vnímání vlastního těla s opakováním přesných, jednoduchých pohybových stereotypů, při kterém se pacient snaží o maximální prožitek polohy a pohybu. Lze říci, že se snažíme, aby pacient aktivním cvičením „hypertrofoval“ oblasti senzického vnímání a naučil se tak lepší pohybové diferenciaci. (Kolář, 2009)

Opakovaný, vědomý a emočně zabarvený prožitek z pohybu je podmínkou pro vytvoření nového pohybového vzoru nebo programu v CNS, který právě opakováním nabývá priority před nevhodným programem. Jde o dlouhodobý proces, a proto je nutná periodická kontrola spojená s emoční aktivací. (Véle, 2006)

1.2.4 Vybrané modality čítí využité v rámci experimentální části diplomové práce

1.2.4.1 Taktilní čítí

Receptory pro dotyk a tlak (mechanoceptory) jsou uloženy v kůži. Aktivita všech podrážděných mechanoreceptorů se spojuje v komplexní taktilní vjem a transformuje podněty působící na povrch těla do podoby elektrického signálu. Největší hustota taktilních receptorů se nachází na špičce jazyka a bříškách prstů, nejmenší naopak na zádech a chodidlech. (Moller, 2003) Taktilní citlivost vyšetřujeme Semmesovým – Weinsteinovým filamentem. Toto vlákno má přesně definovanou hmotnost, tloušťku a pevnost, takže k jeho ohnutí je potřeba standardní síla. Vyšetření taktilního čítí provádíme u pacienta se zavřenýma očima a pacient hlásí, kdy ucítí dotyk. Výsledek pak znázorňuje počet dotyků, kolik pacient cítil. (Kolář, 2009)

1.2.4.2 Termické čítí

Termické podněty registrují termoreceptory. Jedná se o volná nervová zakončení aferentních nervových vláken typu A δ a C. Dle teploty podnětu rozlišujeme chladové receptory (10 - 30°C) a tepelné receptory (40 - 45°C). (Ganong, 2005) Při vyšetření střídavě přikládáme studené a teplé podněty a zjišťujeme, zda je pacient schopný podněty diferencovat. (Kolář, 2009)

1.2.4.3 Dvoubodová diskriminace

Dvoubodová diskriminace je schopnost rozeznat dva současné taktilní podněty od jednoho. Tato vzdálenost kolísá v závislosti na místě tělesného povrchu, nejmenší je na jazyku (1mm) a konečcích prstů (3-5mm), naopak největší je na zádech (fyziologicky 4-7cm). Vyšetření dvoubodové diskriminace je velmi náročné na pozornost pacienta, proto výsledky mohou být při opakovaných měřeních rozdílné. (Kolář, 2009)

1.2.4.4 Grafestezie

Pomocí grafestezie jsme schopni rozeznávat číslice nebo písmena psaná na kůži s vyloučením zraku. Dochází k přenosu sensorického impulsu do mozkové kůry, jeho interpretaci a zmapování v prostoru a poté jeho konverzi do sémantické podoby. (Moller, 2003)

1.2.4.5 Vibrační čítí

Vibrační čítí (palestezie) je schopnost vnímat rytmickou vibrační stimulaci. Jako vibrace je vnímán sled pravidelně se opakujících tlakových podnětů. (Ganong, 2005) Při vyšetření přikládáme rozkmitanou ladičku (128Hz) na pokožku, která je nad některou částí skeletu. (Pfeiffer, 2007) Při vyšetření má pacient zavřené oči a hlásí moment, kdy přestal vibraci cítit. Výslednou hodnotu odečítáme z osmistupňové škály ladičky. Vibrační čítí je úzce spojeno s propiocepcí a většinou bývá postižení současné. (Ganong, 2005) Hluboké čítí nám zajišťuje velmi důležitý feedback (zpětnou vazbu) o průběhu pohybu, a proto tyto informace jsou zcela zásadním předpokladem pro řízení a plynulý průběh koordinovaného pohybu. (Kolář, 2009)

1.3 Dynamická neuromuskulární stabilizace

Dynamická neuromuskulární stabilizace je koncept založený na vývojové kineziologii a definuje funkční normy z vývojového hlediska. (Kolář et al., 2014) Tento koncept dostává stále více pozornosti a uznání ve sportovní rehabilitaci, a to jak v prevenci, tak i v zotavovacím procesu po úrazu. Posturální stabilizace je nezbytná pro optimální sportovní výkon a nelze ji dosáhnout prostým zvyšováním síly břišních svalů, extenzorů páteře, gluteálních a jiných svalů. (Frank, 2013) Při nácviku stabilizační funkce je chybou vycházet pouze z anatomické funkce svalu, jak tomu bohužel většinou bývá u mnoha sportovců. Převážně jsou posilovací cvičení odvozena ze začátku a úponu svalu, jelikož i většina posilovacích strojů je na tomto principu sestrojena. I když sval ve své anatomické funkci dosahuje maximální síly, jeho zapojení v konkrétní posturální funkci může být zcela nedostatečné a sval v této funkci selhává. (Kolář, 2009) Prostřednictvím technik dynamické neuromuskulární stabilizace však ovlivňujeme funkci svalů v jejich posturálně – lokomoční funkci, a tím získáváme statickou i dynamickou koordinaci mnoha synergistů a antagonistů ve svalových řetězcích. Tato

koaktivace je nesmírně důležitá pro každý cílený pohyb, aby byl ekonomický. (Frank, 2013)

Aby nedocházelo k přetěžování měkkých tkání a skeletu, musí svalová aktivita, resp. centrální nervový systém a vazivový aparát zajistit, aby pohyb byl prováděn v centrovaném postavení kloubu (neutrální poloha). Centrované postavení v kloubu je zajištěno díky koordinované koaktivaci antagonistických svalů v celém biomechanickém řetězci, kdy dochází k ideálnímu přenosu sil přes kloub bez zatížení pasivních struktur, což může být umožněno pouze v případě normálního vývoje CNS. Tím dosáhneme tzv. „funkční centrace“ kloubů ve všech možných pozicích (Frank, 2013; Kobesová, 2014)

1.3.1 Postura a posturální funkce bránice

Posturální stabilizace je aktivní svalové zajištění všech částí těla v gravitačním poli a proti vnějším silám, kontrolované CNS. Je součástí každého pohybu. (Kolář et al., 2014) Již Magnus (Magnus, 1925) prohlásil, že posturální aktivita doprovází pohyb jako stín. Kolář však toto tvrzení poopravil, že posturální aktivita předchází a doprovází každý cílený pohyb. (Kolář, 2009)

Dosažení posturální stability je dynamický děj a není otázkou aktivace pouze jednoho svalu. Posturální nároky se neustále mění v závislosti na zatížení páteře. Stabilizační funkce je závislá na centrálním řízení pohybu, které neustále dostává informace z mechanoreceptorů, svalových vřetének, Golgiho šlachových tělísek, kožních receptorů a smyslových orgánů. Tím se vysvětluje nezbytnost a vliv správné funkce zpětné kontroly (feedback) na motorické chování. (McGill, 2003)

Funkce bránice byla dříve převážně zkoumána pouze z pohledu jejích vitálních funkcí, jako je respirační a sfinkterová. Méně pozornosti dostávala její funkce posturální. Motorická aktivita bránice má tři základní komponenty: tonickou, fázickou v souladu s dýchacím cyklem a fázickou v souladu s pohyby trupu a končetin. Tonická aktivita souvisí právě s posturální funkcí bránice a zvyšuje intraabdominální tlak. (Hodges, 2000) Klenba bránice se oplošťuje během nádechu a během trupové posturální stabilizace. Míra o kolik se oploští je dána kvalitou dýchacího vzoru a kvalitou posturální stabilizace. Je dokázáno, že při posturální aktivaci je exkurze bránice dokonce větší než při klidovém dýchání. Za fyziologické situace pracuje bránice jako píst, čímž dostatečně stlačí vnitřní orgány dutiny břišní a zvýší tím intraabdominální tlak, který působí proti břišnímu svalstvu a svalům pánevního dna. Dochází

k excentrické kontrakci břišní stěny, čímž se zvětšuje její objem, který je izometricky udržován. Tato excentricko-izometrická svalová aktivita je přímo úměrná působící svalové práci a nárokům na probíhající pohyb. (Kolář et al., 2014) Bránice souvisí s břišními svaly nejen funkčně ale i morfologicky. Snopce bránice volně přecházejí do snopců m. transversus abdominis a naopak. (Kolář, 2006)

Pokud je jedna z funkcí bránice nedostatečná, dochází k narušení regulace intraabdominálního tlaku, která je kompenzována aktivitou povrchových extenzorů páteře a abnormálním postavením hrudníku a pánve. Studie dle Koláře ukazuje, že nedostatečná posturální funkce bránice vede k nadměrnému přetěžování ventrální části páteře a je nejčastějším mechanismem vzniku chronických bolestí zad. (Frank, 2013)

Z kineziologického hlediska je nezbytné, aby se bránice aktivovala dříve než svaly na horních a dolních končetinách. (Kolář et al., 2014) Hodges (Hodges, 2000) pozoroval elektromyografickou funkci bránice a svalů rotátorové manžety ramenního kloubu při opakovaných pohybech horních končetin. EMG aktivita bránice se objevovala přibližně 20ms před každým pohybem horní končetiny, nezávisle na dechové funkci. Tím prokázal posturální funkci bránice.

Porucha dýchacího vzoru jde ruku v ruce s poruchou posturální stabilizace. Bez normálního dýchacího vzoru nemůže být proveden žádný správný pohybový vzor. (Kolář et al., 2014) Proto při vyšetření posturální stabilizace vycházíme z hodnocení dýchacího vzoru. Sledujeme respiračně – stabilizační funkci bránice a její spolupráci s ostatními svaly trupu. (Kolář, 2006) Na začátku pátého měsíce postnatálního vývoje, každé zdravé dítě předvádí ideální vzor dvojí respiračně – stabilizační funkce, která je dále přítomna v jakékoliv pozici a pohybu. V konceptu DNS pak tedy porovnáváme dýchání, posturu a pohybové vzory s pětiměsíčním nebo starším zdravým dítětem. (Kolář et al., 2014)

1.3.2 Stabilizační systém páteře

Stabilitou rozumíme schopnost rychlé reakce na jakékoliv změny v rámci statického i dynamického zatížení. (Panjabi, 1992) Dále schopnost rychle vykonat cílený pohyb a zajištění dostatečné stabilizace během celého rozsahu pohybu. Stabilita je výsledkem vysoce koordinované aktivace pohybových vzorů, ve kterých se nábor jednotlivých svalů mění v závislosti na aktuálním posturálním nároku. Nelze určit jediný sval, který by byl tím nejlepším stabilizátorem páteře. Jedná se o vzájemnou interakci stabilizačních svalů a jejich vzájemnou koordinaci ve všech stupních volnosti.

(McGill, 2003) Je důležité, aby stabilizátory byly přiměřeně a včas aktivovány pro zajištění správného pohybového vzoru. Pokud je jeden článek insuficientní, ostatní svaly v kinetickém řetězci se ho snaží nahradit, aby zajistily ztracenou stabilitu. Pokud tato dysbalance není včas odhalena fyzioterapeutem, dochází k zafixování chybného stereotypu v CNS, následným k chronickým bolestem a snižování výkonu sportovce. (Frank, 2013)

Stabilizační systém zajišťuje postavení páteře odpovídající jejímu optimálnímu statickému zatížení, zajišťuje její stabilizaci během všech pohybů i při statickém zatížení a plní významnou ochrannou roli páteře proti působícím vnějším silám. (Kolář, 2006) Dále tvoří bod opory (*punctum fixum*), proti kterému mohou ostatní svaly vykonávat cílený ekonomický pohyb. (Frank, 2013) Jelikož je kineziologický obsah posturálního vzoru stabilizace páteře geneticky zabudován v centrální nervové soustavě, tak pro určení svalové souhry, která zajišťuje optimální držení a biomechanické zatížení kloubních struktur, vycházíme z poznatků vývojové kineziologie. (Kolář, 2006)

Kavcic (Kavcic, 2004) považuje za nejvýznamnější faktor stabilizace bederní páteře ko-kontrakci extenzorů bederní páteře a břišních svalů. Kolář však navíc popisuje vyváženou koaktivaci i v krční oblasti, kde je zásadní rovnováha mezi hlubokými flexory krku a extenzory páteře v krční a horní hrudní oblasti, stejně jako bránice, pánevní dno, břišní svalstvo a extenzory páteře v dolní hrudní a lumbální oblasti. (Frank, 2013)

Cholewicki (Cholewicki, 1997) tvrdí, že optimální stabilita páteře může být docílena pouze za předpokladu, že páteř je v napřimení, v neutrálním postavení bez jakýchkoli odchylek. S tím souhlasí i Kolář (Kolář, 2009), že právě optimální nastavení segmentů pánve a hrudníku je důležité pro potřebnou stabilizační funkci. Jedině horizontálně nastavené předozadní osy pánve a bránice umožní stabilizační funkci ventrální muskulatury. Pokud je centrum tendineum horizontálně, bránice může působit jako píst a zvýšit tak nitrobřišní tlak. Kolář (Kolář, 2006) však dává důraz i na timing zapojení svalů. Kontrakci bránice nesmí předběhnout kontrakce horní porce *m. rectus abdominis* a *m. obliquus abdominis externus*. V patologické situaci vypadávají z funkce *m. transversus abdominis*, *m. obliquus abdominis internus* a dolní porce *m. rectus abdominis*.

Současná a symetrická koaktivace bránice, břišních svalů, zádového a pánevního svalstva dovoluje propojení mezi dýchacím vzorem a stabilizační funkcí. Tato kombinace je poměrně náročná a je možná pouze se zdravým CNS, který umožňuje

precizní motorickou kontrolu. (Hodges, 2000) Porucha motorické kontroly způsobuje nejen patologické pohybové vzorce, včetně dýchacího, ale i strukturální deformity. (Koman, 2004) Právě trénink motorické kontroly je základem pro prevenci zranění a předpokladem k lepším sportovním výkonům. (McGill, 2003)

1.3.3 Vývojová kineziologie – základ DNS

Porozumění vývojové kineziologii nám umožňuje pochopit vzájemné funkční propojení a závislost jednotlivých segmentů – kostry, kloubů, svalů během pohybu. (Frank, 2013) Základní myšlenka vývojové kineziologie vychází z předpokladu, že motorické vzory jsou geneticky determinovány a specifické pouze pro člověka. Uplatňují se automaticky v průběhu zrání centrálního nervového systému a jsou úzce spjaty se strukturálním zráním skeletu. (Kolář et al., 2014) Tento vztah je velmi zřejmý v případě léze CNS, kdy abnormální CNS program vede k abnormální svalové koordinaci v rámci posturálně-lokomoční funkce. Narušená svalová koordinace mění kloubní pozici a následně i kloubní vývoj, což vede ke strukturálním změnám. (Frank, 2013)

Správné motorické vzory můžeme sledovat u zdravého dítěte především v prvním roce života jeho postnatálního vývoje, který navazuje na intrauterinní vývoj. (Kolář, 2009; Vojta, Peters, 1995) Fyziologický vývoj dítěte definuje funkční normy ideální postury – dechový stereotyp a motorické vzory. (Frank, 2013) Pro fyziologický motorický vývoj je nutný normální intrauterinní vývoj, fyziologický – „zdravý mozek“, emoční motivace a sensorické informace – zrak, sluch, vestibulární funkce, propiocepce. (Kobesová, 2013) Všechny aferentní systémy jsou zaintegrovány do globálních motorických vzorů a následně ovlivňují kvalitu stabilizace a opěrné a ná kročné funkce končetin. (Kobesová, 2014)

Geneticky determinované motorické programy umožňují dítěti kontrolovat držení těla, vzpřímené držení proti gravitaci a cílený pohyb prostřednictvím svalové aktivity. Dítě se nemusí učit zvednout hlavičku, uchopit hračku, otočit se na břicho, apod. Všechny tyto pohybové vzory nebo svalové synergie se objevují automaticky ve specifických vývojových sekvencích v závislosti na zrání CNS. (Kolář, 2009)

Vývojová kineziologie je základ nejen pro rehabilitaci dětí, taktéž pro rehabilitaci dospělých jedinců. Díky vývojové kineziologii jsme schopni popsat vztahy mezi vývojem dítěte během jeho prvního roku života a patologií posturálně-lokomočního systému vzniklou během dospělosti. (Kobesová, 2013) Kvalita

vertikalizace během prvního roku života se odráží v kvalitě posturálního držení člověka po zbytek jeho života. (Kobesová, 2014)

1.3.4 Terapie dle DNS

Jedním z důležitých předpokladů pro fyziologickou stabilizaci páteře je ovlivnění postavení a dynamiky hrudního koše. Proto by aktivnímu cvičení mělo vždy předcházet manuální ovlivnění hrudníku (měkkých tkání, fascií, zvýšení elasticity hrudníku) a korekce inspiračního postavení hrudníku. Pouze u volného hrudníku může dojít při aktivaci bránice k jeho rozšíření a tím i k rozšíření mezižeberních prostor. (Kolář, 2009)

Dalším předpokladem fyziologické stabilizace je napřímení páteře. (Kolář, 2006) Nejčastěji u pacientů s poruchou stabilizace sledujeme pohyb hrudníku jako rigidní celek a chybí izolovaný pohyb v jednotlivých segmentech. Využíváme mobilizační a trakční techniky a nacvičujeme napřímení páteře v uzavřeném řetězci, které je možné pouze se správnou fixací lopatek. (Kolář, 2009)

Správný způsob dýchání je dalším předpokladem pro fyziologickou stabilizaci páteře. Cílem nácviku posturálního dechového stereotypu a stabilizační funkce bránice je zajistit zapojení bránice do dýchání a tím i do stabilizačních funkcí bez účasti pomocných dýchacích svalů. Předpokladem je napřímení páteře a kaudální postavení hrudníku. Při inspiriu se žebra pohybují laterálně, dolní hrudní apertura se rozšiřuje, sternum se pohybuje ventrálně a břišní dutina se rozšiřuje všemi směry. Jednou z variant cvičení je nácvik dýchání při zvýšeném intraabdominálním tlaku, kdy se pacient učí udržet aktivitu dolní břišní stěny i při výdechu. (Kobesová, 2014)

Při cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace se začátek terapie zaměřuje na trupovou stabilizaci, kdy aktivujeme stabilizační systém páteře. Jakmile jedinec alespoň částečně kontroluje stabilizační funkci a fyziologický dechový stereotyp, je možné provádět cvičení v modifikovaných a náročnějších polohách, popřípadě s využitím odporů. (Kolář, 2009) Cviky vycházejí z pozic vývojové kineziologie, kdy zařazením svalů do biomechanických řetězců je umožněna jejich aktivace v posturální funkci. Důležitou poznámkou je, že síla posturálních svalů musí být vždy větší než síla provádějící pohyb. (Kolář et al., 2014) Veškeré aktivity, které jedinec při cvičení provádí, probíhají v ipsilaterálním nebo v kontralaterálním motorickém vzoru. Svalové řetězce jsou zapojovány jak v uzavřených, tak v otevřených kinematických řetězcích. (Kolář, 2009)

Při zvládnutí jednotlivých pozic můžeme cvičit přechod z jedné vývojové polohy do druhé, nebo přidáváme odpor proti plánované hybnosti, který akcentuje posturálně – lokomoční reakci pohybového systému. K facilitaci posturálních reakcí svalů je možné využít také reflexní stimulace dle Vojty či aproximace kloubů v centrovaném postavení. Dále je možnost zvýšit náročnost cviku tím, že jej uděláme nestabilním. Vždy je však potřeba respektovat individuální možnosti jedince a při nezvládnutí posturálně náročnějšího cviku přecházíme zpátky k posturálně méně náročným polohám. (Kolář, 2009)

Cílem cvičení je nejen ovlivnit svaly v jejich globálním zapojení, ale zejména oslovit CNS ke změně motorických vzorů, pro dosažení ideální svalové koaktivace (Kolář, 2009; McGill, 2003). Nacvičujeme správnou koaktivaci agonistů a antagonistů pro stabilizaci segmentu ve statickém i dynamickém zatížení. (Kobesová, 2014) Opakováním cvičení dochází k uložení automatického modelu do CNS, který začne být součástí každodenních aktivit a výkonů. Integrace ideálního vzoru stabilizace u sportovců nejenže snižuje riziko zranění a sekundárně bolestivých syndromů z přetížení, ale dokonce může i zvyšovat sportovní výkonnost. (Frank, 2013) Trénink motorické kontroly je základem pro předcházení zranění a pro využití všech možností pro výkon. (McGill, 2003)

1.3.5 Vybrané cvičební pozice z konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace

V následujícím textu budou popsány polohy, které byly vybrány pro nácvik posturální stabilizace a izolovaného pohybu ve střední hrudní páteři u běžců na lyžích. (viz metodika)

1.3.5.1 Poloha 3. měsíce vleže na zádech

V této pozici dochází k sagitální stabilizaci páteře. Jedinec leží na zádech, horní končetiny leží volně podél těla, dolní končetiny jsou v 90° flexi v kyčelních, kolenních i hlezenních kloubech. Hrudník a pánev jsou v paralelním neutrálním postavení. Hlava je v napřímění a v protažení páteře. V rovnováze jsou i horní a dolní fixátory lopatek. (Kolář, 2009) Dochází k aktivaci nitrobrišního tlaku a k vyvážené aktivitě mezi ventrální a dorzální muskulaturou. (Frank, 2013)

1.3.5.2 Poloha 3. měsíce vleže na břiše

Jedinec leží na břiše s oporou o oba lokty a symfýzu. Pánev a hrudník jsou opět v neutrálním postavení. Ramenní klouby jsou v zevní rotaci, flexi a abdukci a paže svírá s trupem úhel 90°. Loketní klouby svírají pravý úhel a jedinec se opírá o mediální epikondyly. Zápěstí se nachází v neutrální pozici s mírnou radiální dukcí. Dolní končetiny leží volně na podložce. Hlava a krční páteř je v napřimení, které vychází až ze střední hrudní páteře (Th3 – Th5). Opět dochází k vyvážené koaktivaci ventrální a dorzální muskulatury a aktivaci posturálně – dechového vzoru. (Kolář et al., 2014)

1.3.5.3 Pozice na čtyřech

Pozice na čtyřech odpovídá vývojovému stádiu 8. měsíce dítěte. Jedná se o homologní pozici, kdy dítě ještě neleze, nicméně udrží se ve čtyřbodové opoře končetin v poloze na čtyřech. Hrudník a pánev jsou opět paralelně, páteř v napřimení a hlava v jejím protažení. Napřimená páteř a nulové postavení v pánvi je zpevněno zádovými svaly a nitrobřišním tlakem. (Cíbochová, 2004) Lopatky leží v neutrálním postavení, bez zvýšené aktivity horních fixátorů lopatek. Horní končetiny jsou v zevní rotaci v ramenním kloubu, v mírné semiflexi loketního kloubu a zápěstí leží pod ramenními klouby. Váha musí být rovnoměrně rozložena na všechny metakarpofalangeální klouby. Stejně tak v kyčelních kloubech je mírná zevní rotace, kolenní klouby leží přímo pod nimi a hlezenní klouby jsou v neutrální pozici volně položeny na podložce v protažení bérce. (Kolář, 2009) Tato pozice je vhodná u sportovců pro nácvik schopnosti napřimení páteře s aktivací ramenních, kyčelních a trupových stabilizátorů (břišní svaly, zádové svaly, bránice a pánevní dno). (Kobesová, 2014)

2 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem práce byla především objektivizace vlivu aktivního cvičení dle konceptu DNS na lokální sensorickou percepci v oblasti střední hrudní páteře u sportovců – běžců na lyžích. Dalším cílem bylo na základě standardizovaného dotazníku vyhodnotit, zda při integraci cviků DNS do tréninku vrcholových sportovců - běžců na lyžích dochází ke zmírnění bolestí krční, hrudní a bederní páteře.

Cíle studie:

1. zhodnotit vliv cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř (po dobu dvou měsíců) na kvalitu taktilního čítí v dané oblasti
2. zhodnotit vliv cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř (po dobu dvou měsíců) na kvalitu termického čítí v dané oblasti
3. zhodnotit vliv cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř (po dobu dvou měsíců) na kvalitu grafestezie v dané oblasti
4. zhodnotit vliv cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř (po dobu dvou měsíců) na kvalitu diskriminačního čítí v dané oblasti
5. zhodnotit vliv cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř (po dobu dvou měsíců) na kvalitu vibračního čítí v dané oblasti
6. zhodnotit okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na sensorickou percepci u testované skupiny (vyšetřením před a po cvičení)
7. zhodnotit rozdíl subjektivního hodnocení bolestí zad mezi začátkem a koncem studie pomocí standardizovaného dotazníku Young spine questionnaire

Hypotézy

H 1: Dvuměsíční trénink běžců na lyžích obohacený o každodenní aktivní cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř má signifikantní vliv na lokální sensorickou percepci v této oblasti.

H 2: Aktivní cvičení dle konceptu DNS má okamžitý signifikantní efekt na lokální sensorickou percepci v oblasti hrudní páteře.

H 3: Dvuměsíční trénink běžců na lyžích obohacený o každodenní aktivní cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na střední hrudní páteř má signifikantní vliv na bolest v oblasti krční, hrudní a bederní páteře.

3 METODIKA

3.1 Charakteristika souboru a design studie

Pro randomizovanou studii bylo zvoleno 20 vrcholových sportovců - běžců na lyžích, kteří se připravují v Armádním sportovním centru Dukla Liberec a trénují v průměru desetkrát týdně. Všichni sportovci byli mužského pohlaví a pohybovali se ve věkovém rozmezí 17 – 27 let. Měření probíhalo po dobu 2 měsíců, v červenci a srpnu 2014, v prostorách oddělení zdravotnického zabezpečení Armádního sportovního centra Dukly Liberec. Všichni sportovci byli ve stejné fázi přípravy v rámci sportovního tréninku běžců na lyžích.

Průměrný věk běžců na lyžích byl 21,65 let (SD +/- 3,17), jejich průměrná výška dosahovala 181 cm (SD +/- 5,33) a jejich průměrná hmotnost byla 72,8 kg (SD +/- 5,84). Z výšky a váhy byl vypočítán body mass index (BMI) dle vzorce $\text{váha (kg)} / \text{výška (m)}^2$. Jeho průměrná hodnota byla 22,2 (SD +/- 1,47).

Výzkumný soubor dvaceti vrcholových sportovců byl pomocí vylosování náhodně rozdělen do dvou skupin, a to na testovanou skupinu a kontrolní skupinu. Každá z těchto skupin byla složena z deseti mužů. Jedinci zařazení do kontrolní skupiny absolvovali rutinní letní tréninkovou přípravu běžců na lyžích, jedinci zařazení do skupiny experimentální navíc denně aktivně cvičili po sledovanou dobu dvou měsíců dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace se zaměřením na střední hrudní páteř.

3.2 Vyšetření senzorní percepcce

U všech sportovců byla první den započatí studie vyšetřena kvalita senzorní percepcce v oblasti střední hrudní páteře, konkrétně mezi trny obratlů Th4 - Th6, v následujícím pořadí: taktilní cití, termické cití, grafestezie, dvoubodová diskriminace a vibrační cití. Toto vyšetření se opakovalo první měsíc každý týden ve stejný den, tj. čtyřikrát během prvního měsíce. Druhý měsíc již většina sportovců absolvovala soustředění mimo ČR, a proto další a zároveň poslední vyšetření senzorní percepcce proběhlo až na konci druhého měsíce, po jejich návratu. Celkově tedy bylo provedeno 5 vyšetření u každého běžce na lyžích, tzn. u testované i kontrolní skupiny. Pro zjištění okamžitého efektu DNS cvičení bylo navíc u každého jedince z testované skupiny

jednou provedeno vyšetření senzorycké percepcce stejným postupem před cvičením a ihned po cvičení.

Studie byla slepá, tj. vyšetřující fyzioterapeutka nevěděla, který ze sportovců patří do experimentální a který do kontrolní skupiny. U každého měření byla přítomna autorka studie, která kontrolovala jeho průběh.

3.2.1 *Taktilní čítí*

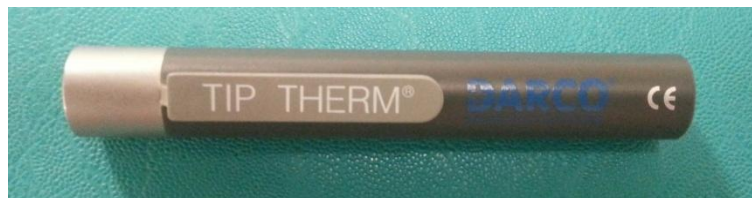
Taktilní čítí bylo měřeno pomocí 10g nylonového Semmesova-Weinsteinova filamenta na trnech hrudních obratlů Th4, Th5 a Th6 a bilaterálně symetricky paravertebrálně. Celkem tedy 9 dotyků. Při měření je vlákno přiloženo na vyšetřované místo takovou silou, aby došlo k jeho ohnutí.



Obrázek 4 Semmesovo-Weinsteinovo filamentum

3.2.2 *Termické čítí*

Kvalita termického čítí byla vyšetřena pomocí nástroje Tip Therm, stejným postupem jako taktilní čítí, tzn. 9 dotyků na trnech obratlů Th4, Th5, Th6 a bilaterálně symetricky paravertebrálně. Vyšetřující náhodně volil studenou a teplou a přikládal nástroj váhou 100g.



Obrázek 5 Tip Therm

3.2.3 Grafestezie

Na trnu obrátle Th5 byla zhodnocena kvalita grafestezie. Vyšetřující psala dle šablony číslice 1 - 9 o velikosti 2cm pomocí tužky, která se využívá pro dotykové monitory firmy BTL. Celkem bylo zhodnocováno všech 9 čísel, která byla psána v náhodném pořadí. Váha přiložení tužky byla přibližně 30g.



Obrázek 6 Tužka pro grafestezii

3.2.4 Dvoubodová diskriminace

Kvalita dvoubodové diskriminace byla vyšetřována využitím posuvného měřítka s digitálním displejem. Měřítko bylo přikládáno váhou přibližně 30g v oblasti trnu Th5 tak, aby trn byl zhruba uprostřed vyšetřovaného rozpětí. Od počátečního rozpětí 10 cm (100mm) byla vždy vzdálenost postupně zmenšována o 0,5 cm (5mm), dokud proband nevnímal dva body jako jeden. Jakmile vyšetřovaný udával vnímání pouze jednoho bodu, byla distance dvou bodů naopak postupně zvyšována o 0,1 cm (1mm) pro upřesnění vzdálenosti v milimetrech, kterou proband vnímal jako jeden dotyk.



Obrázek 7 Posuvné měřítko

3.2.5 *Vibrační čítí*

Vibrační čítí bylo hodnoceno ladičkou o frekvenci 128Hz s osmi stupni intenzity vibrací. Vyšetřující přikládala ladičku přímo na trn Th5 a vyšetřovaný měl za úkol hlásit okamžik, kdy přestane cítit intenzivní vibrace. Výsledná hodnota pak byla odečítána z osmistupňové škály přímo na ladičce. Měření bylo provedeno vždy pouze jednou.



Obrázek 8 Ladička

3.3 **Hodnocení pomocí dotazníku Young spine questionnaire**

Při prvním a posledním měření, tzn. na začátku a na konci studie, byl všem dvaceti běžcům na lyžích předložen standardizovaný dotazník Young spine questionnaire, zjišťující bolesti krční, hrudní i bederní páteře, jejich frekvenci a intenzitu dle škály bolesti. Dotazník byl lehce modifikován, poslední část, týkající se na obtíže rodičů, byla pro nevýznamnost k této studii odebrána.

3.4 **Dynamická neuromuskulární stabilizace**

DNS terapie probíhala, stejně jako vyšetření, v prostorách Armádního sportovního centra Dukla Liberec. Sportovci testované skupiny aktivně cvičili minimálně jednou denně cvičení ve vývojových polohách se zaměřením na rozvíjení ve střední hrudní páteři. V prvním týdnu byli každý všední den sportovci instruováni a odborně vedeni dvěma fyzioterapeuty PaedDr. Janem Čížkem a Mgr. Markétou Matouškovou, absolventkou 2. lékařské fakulty. U každé terapie byla autorka přítomna a pomáhala s vedením a edukací sportovců při cvičení. V dalších třech týdnech každý sportovec navštívil fyzioterapeuta v průměru třikrát týdně. V průběhu druhého měsíce již každý cvičil sám a dvakrát za nimi na soustředění přijel fyzioterapeut, který se ujistil,

že sportovci cvičí správně. Pro kontrolu měl u sebe každý sportovec z testované skupiny deník, kam si zapisoval, kdy cvičil, a po skončení studie ho odevzdal.

3.4.1 Volba cviků

Na volbě vhodných cviků z konceptu DNS se podílela Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D., která je školitelkou daného konceptu. Pozice byly voleny se zaměřením na střední hrudní páteř. Součástí cvičení byl především nácvik somatognozie a izolovaného pohybu ve střední hrudní páteři, a to ve třech směrech a dvou rovinách – flexe, extenze a rotace. Všechna cvičení byla zároveň zaměřena i na nácvik správné posturální stabilizace dle konceptu DNS. To znamená, že nejen že sportovci cvičili segmentální pohyb do rotace, flexe a extenze v oblasti hrudní páteře, ale zároveň byli instruováni, jak správně stabilizovat páteř správným nastavením hrudníku, aktivací břišní stěny a správným dechovým stereotypem s udržením intraabdominálního tlaku. Dále byli poučeni, jak je tato stabilizace trupu podstatná při jejich nadměrném přetěžování a jako prevence funkčních poruch pohybového aparátu.

Běžci na lyžích z testované skupiny nacvičovali svou posturální stabilizaci a rozvíjení střední hrudní páteře v těchto třech pozicích – model 3. měsíce vleže na zádech, model 3. měsíce vleže na břiše a model 8. měsíce v poloze na čtyřech. U každé z těchto pozic sportovci cvičili jeden z izolovaných pohybů v oblasti střední hrudní páteře a každý tento pohyb byl vždy proveden s opakováním po deseti (u rotace na obě strany). Celou sérii tří cviků ve třech pozicích sportovci prováděli minimálně jednou denně.

Jelikož někteří jedinci cvičili dle konceptu DNS poprvé, museli jsme někdy danou pozici individuálně upravit a snížit tak její náročnost. Například podložením dolních končetin v poloze 3. měsíce vleže na zádech či podložením pánve u polohy 3. měsíce vleže na břiše. Každý jedinec byl upozorněn, že cviky je nutné provádět v největší možné kvalitě a při nezvládnutí těžší varianty je nezbytné vrátit se k nácviku méně náročnější varianty cviku v dané pozici. Při výskytu bolestí či pocitů únavy byli jedinci instruováni k ukončení cvičení, následnému zapsání této skutečnosti do svého deníku a oznámení daného problému fyzioterapeutovi při kontrole cvičení.

3.4.1.1 Poloha 3. měsíce vleže na zádech

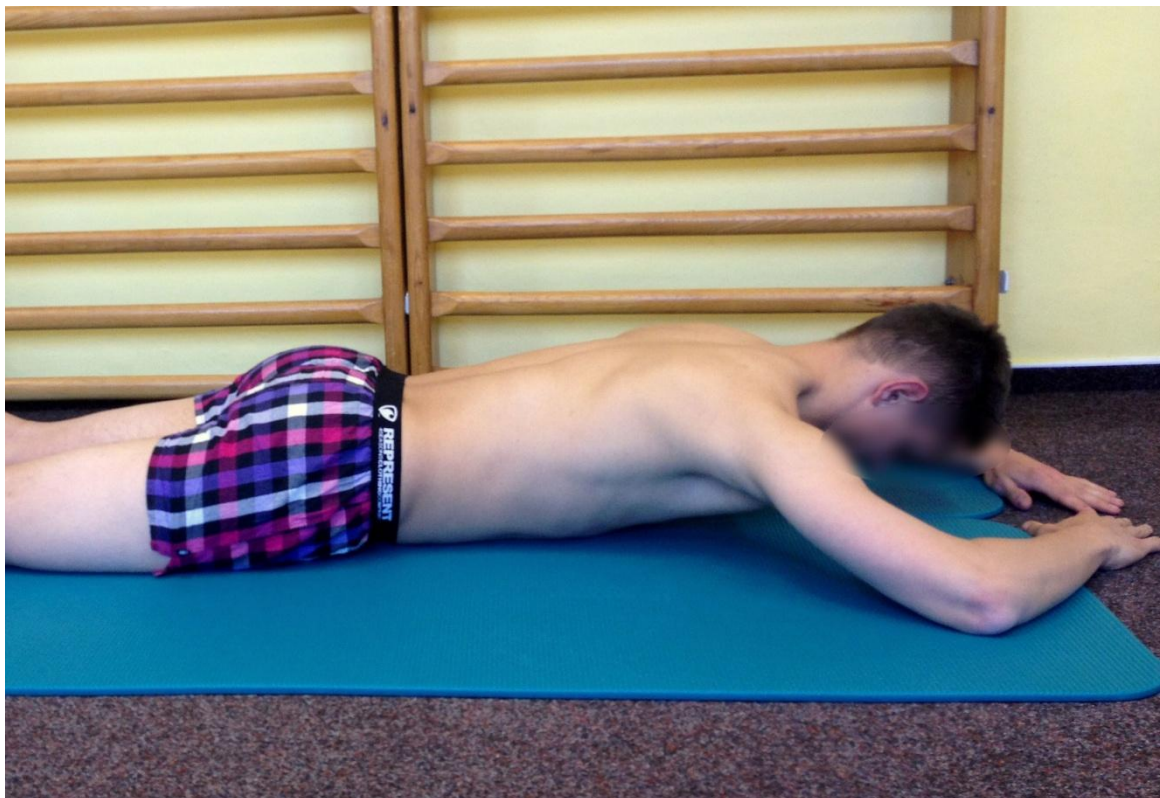
Tato pozice je z konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace nejméně náročná a nejčastěji je volena jako první při nácvičku posturální stabilizace. V poloze na zádech, kdy dolní končetiny jsou v trojflečném postavení, v mírném abdukčním postavení na šíři ramen a opřeny lýtky o podložku, nacvičuje jedinec dýchání při zvýšeném intraabdominálním tlaku a rozšíření dolních žebere. Toho sledování jedinci docílili tak, že vytvářeli mírný tlak břišní stěny v oblasti třísel proti prstům fyzioterapeuta a současně s touto aktivitou byli schopni pravidelného a klidného dýchání. Při nácvičku dbáme na kaudální postavení hrudníku, hlava a pánev jsou v neutrálním postavení, ramenní klouby v zevní rotaci a horní končetiny jsou volně položeny podél těla. Jakmile proband kontroluje stabilizační funkci, přidává pomalý pohyb hlavy do flexe. Každý sportovec byl důsledně instruován, aby byla flexe hlavy provedena přes počáteční aktivitu hlubokých flexorů krku, tj. pohyb začíná předkyvem hlavy a až poté začíná zvedání hlavy nad podložku. Aktivaci hlubokých flexorů udržujeme během celého pohybu do flexe a zpět. Při pohybu nesmíme povolit rovnoměrný tlak z břišní dutiny, aby funkci nepřebíral m. rectus abdominis.



Obrázek 9 Poloha 3. měsíce vleže na zádech

3.4.1.2 Poloha 3. měsíce vleže na břiše

Další vývojovou polohou, ve které sportovci trénovali svou posturální stabilizaci, byla zvolena poloha vleže na břiše s oporou o lokty a symfýzu. Ramenní klouby jsou v zevní rotaci, flexi a abdukci, lopatky jsou drženy v neutrálním postavení a jejich dolní úhly směřují kaudálně. Loketní klouby jsou v 90° flexi a jedinec se opírá o mediální epikondyly. Předloktí je v pronaci, zápěstí v neutrální pozici a směřuje do mírné radiální dukce. Prsty jsou nastaveny do mírné abdukce a semiflexe. Napřímená páteř i hlava (opřena o čelo) jsou v protažení a pánev v neutrálním postavení, kdy se na ventrální straně opírá o symfýzu. Dolní končetiny leží volně na podložce. Po vyvážení dorzální a ventrální muskulatury a udržení pravidelného dýchání s rozšiřováním dolní hrudní apertury přidává sportovec extenzi hlavy s předkyvem. Pokyn terapeuta zněl: „Zasunujte bradu do sebe, opřete se o lokty a pomalu odlepujte čelo od podložky, dokud nebude hlava v protažení páteře.“



Obrázek 10 Poloha 3. měsíce vleže na břiše

3.4.1.3 Pozice na čtyřech

Pozice na čtyřech je charakterizována postavením kolenních kloubů pod kyčelními klouby a stejně tak i dlaní pod ramenní klouby. Na akru zachováváme klenbu ruky, která je rovnoměrně zatížena do celé dlaně. Prsty by měly být v mírné semiflexi, ale zároveň se je snažíme udržet relaxované. Loketní klouby držíme v mírné semiflexi, abychom se vyvarovali uzamčení kloubu, olecranon směřuje spíše k tělu. Ramenní klouby jsou v zevní rotaci, lopatky v kaudálním postavení bez rotace. Dbáme na neutrální postavení pánve, napřímení páteře a držení hlavy v jejím prodloužení, aby nedocházelo k extenzi. V kyčelních kloubech udržujeme centrované postavení v mírné abdukci a zevní rotaci a bérce jsou volně položeny na podložce. Po zvládnuté posturální stabilizaci polohy přidáváme rotaci hlavy na obě strany. Aby nedocházelo k záklonu hlavy, opět zapojujeme aktivaci hlubokých flexorů krku mírným předkyvem hlavy.



Obrázek 11 Pozice na čtyřech

4 VÝSLEDKY

Výsledky posuzují vliv aktivního cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace na lokální senzoryckou percepci v oblasti střední hrudní páteře v průběhu dvou měsíců. Během tohoto období bylo celkem provedeno 5 vyšetření na senzoryckou percepci u všech dvaceti jedinců – běžců na lyžích, vždy ve stejný den. Cílem bylo sledovat jednotlivé modalitě čítí, zda dochází k růstu či klesání naměřených hodnot u testované a kontrolní skupiny. Stejným postupem byla testovaná skupina vyšetřena na konci studie pro posouzení okamžitého efektu aktivního cvičení dle konceptu DNS, to znamená před a po terapii. Při vyšetření termického a taktilního čítí nedošlo k žádné změně hodnot ani u jednoho ze sportovců, neboť u všech jedinců byly naměřené hodnoty vždy maximální (tzn. rozpoznali všech 9 dotyků). Proto jsme taktilní a termické čítí nezařazovali do statistické analýzy.

Dále výsledky posuzují, zda při integraci cviků DNS do tréninku vrcholových sportovců - běžců na lyžích dochází ke zmírnění frekvence a intenzity bolestí krční, hrudní a bederní páteře.

4.1 Deskriptivní statistika získaných hodnot

V tabulce 1 jsou uvedeny základní charakteristiky testované a kontrolní skupiny. Sportovci testované a kontrolní skupiny se nijak signifikantně nelišili ve věku, BMI (body mass index) ani v průměrných hodnotách z vyšetření jednotlivých modalit čítí.

Tabulka 1 Deskriptivní charakteristika testované a kontrolní skupiny

| | Testovaná skupina | | | | Kontrolní skupina | | | | p-value* |
|-------------------------|-------------------|-----|------|------|-------------------|------|------|------|----------|
| | Průměr | SD | Min | Max | Průměr | SD | Min | Max | |
| Věk | 21,0 | 1,7 | 18,0 | 23,0 | 22,3 | 4,3 | 17,0 | 27,0 | ,391 |
| BMI | 22,2 | 1,5 | 20,4 | 25,5 | 22,2 | 1,6 | 20,7 | 26,4 | ,978 |
| Grafestezie | 3,8 | 2,4 | 1,0 | 8,0 | 5,5 | 2,2 | 0,0 | 7,0 | ,117 |
| Dvoubodová diskriminace | 36,6 | 8,9 | 22,0 | 52,0 | 39,3 | 10,8 | 25,0 | 57,0 | ,551 |
| Vibrační čítí | 5,6 | 1,2 | 4,0 | 8,0 | 5,7 | 0,9 | 4,0 | 7,0 | ,836 |

Poznámky. SD = směrodatná odchylka

*hodnoty p-value jsou založeny na nezávislých vzorcích testové statistiky T

4.2 Analýza kvality lokální sensorické percepcce v oblasti střední hrudní páteře v průběhu 2 měsíců

Pro statistické zpracování byla zvolena metoda jednoduché regresní analýzy, model lineární, v programu STATGRAPHICS Centurion. Tato metoda předpokládá vztah mezi dvěma veličinami, kde jedna z nich - nezávisle proměnná x , má ovlivňovat závisle proměnnou y . Sledujeme, zda mezi veličinami skutečně existuje předpokládaná závislost. V tomto případě sledujeme závislost naměřených hodnot jednotlivých modalit čítí na časové ose, kdy proběhlo pět měření během dvou měsíců. Hladina spolehlivosti byla 95% a hladina významnosti byla programem stanovena na $p < 0,05$.

Analýza kvality lokální sensorické percepcce byla provedena u třech modalit čítí – grafestezie, dvoubodová diskriminace a vibrační čítí.

4.2.1 Grafestezie

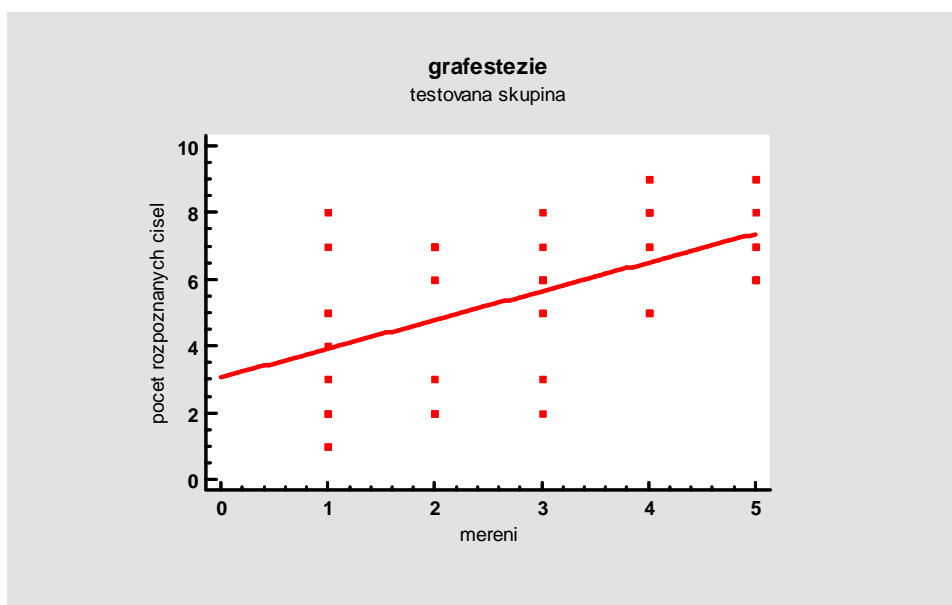
V tabulce 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty počtu rozpoznávaných čísel u testované i kontrolní skupiny z každého měření, která byla prováděna během 2 měsíců. U testované skupiny sledujeme růst průměrných hodnot v čase a klesání směrodatné odchylky. Při 1. měření na začátku studie byla průměrná hodnota rozpoznávaných čísel 3,8 (SD +/- 2,44). Po dvouměsíčním aktivním cvičení dle konceptu DNS jsme u testované skupiny při 5. měření dostali průměr počtu rozpoznávaných čísel 7 (SD +/- 1,25). Hodnota p -value dosahuje hladiny $p < 0,001$. Získali jsme tedy statisticky významné zlepšení kvality grafestezie u testované skupiny v čase během 2 měsíců.

Kontrolní skupina ukazuje naopak snižování průměrných hodnot rozpoznávaných čísel během pěti měření a hodnota p -value dosahuje hladiny $p = 0,1080$. Z 1. měření vychází průměr počtu rozpoznávaných čísel 5,5 (SD +/- 2,17) a při 5. měření sledujeme snížení průměru na 3,9 (SD +/- 1,66).

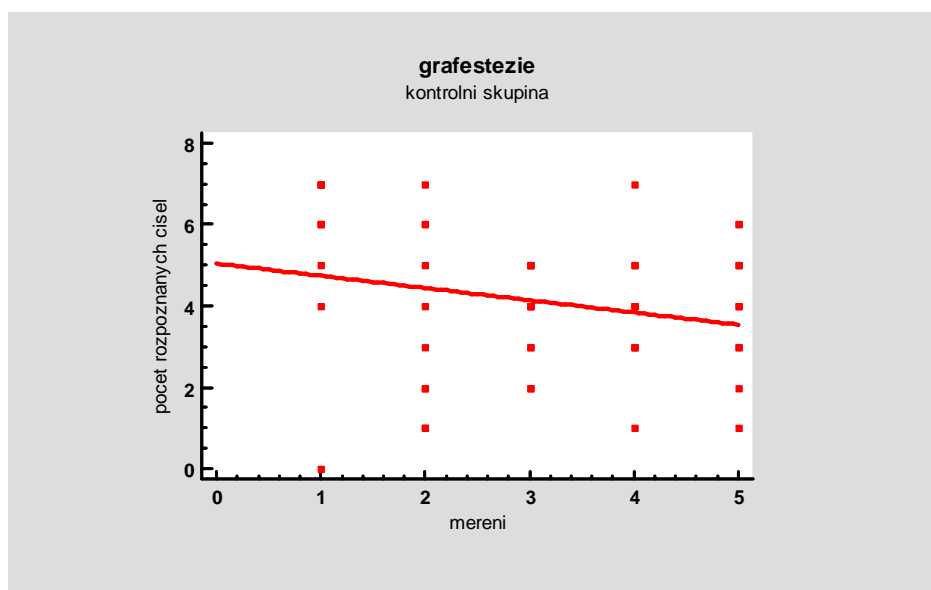
Tabulka 2 Kvalita grafestezie v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny

| Čas | skupina | průměr (počet rozpoznávaných čísel) | SD |
|-----------|-----------|-------------------------------------|------|
| 1. měření | Testovaná | 3,8 | 2,44 |
| | Kontrolní | 5,5 | 2,17 |
| 2. měření | Testovaná | 4,9 | 2,33 |
| | Kontrolní | 3,17 | 2,21 |
| 3. měření | Testovaná | 5,4 | 1,77 |
| | Kontrolní | 3,7 | 1,15 |
| 4. měření | Testovaná | 7,1 | 1,60 |
| | Kontrolní | 3,9 | 1,60 |
| 5. měření | Testovaná | 7 | 1,24 |
| | Kontrolní | 3,9 | 1,66 |

Graf č. 1 znázorňuje růst hodnot u testované skupiny. V grafu č. 2 naopak sledujeme klesání hodnot v čase u kontrolní skupiny během pěti měření.



Obrázek 12 Graf č. 1 zobrazuje lineární růst počtu rozpoznávaných čísel u testované skupiny v průběhu 2 měsíců



Obrázek 13 Graf č. 2 zobrazuje lineární klesání počtu rozpoznávaných čísel u kontrolní skupiny v průběhu 2 měsíců

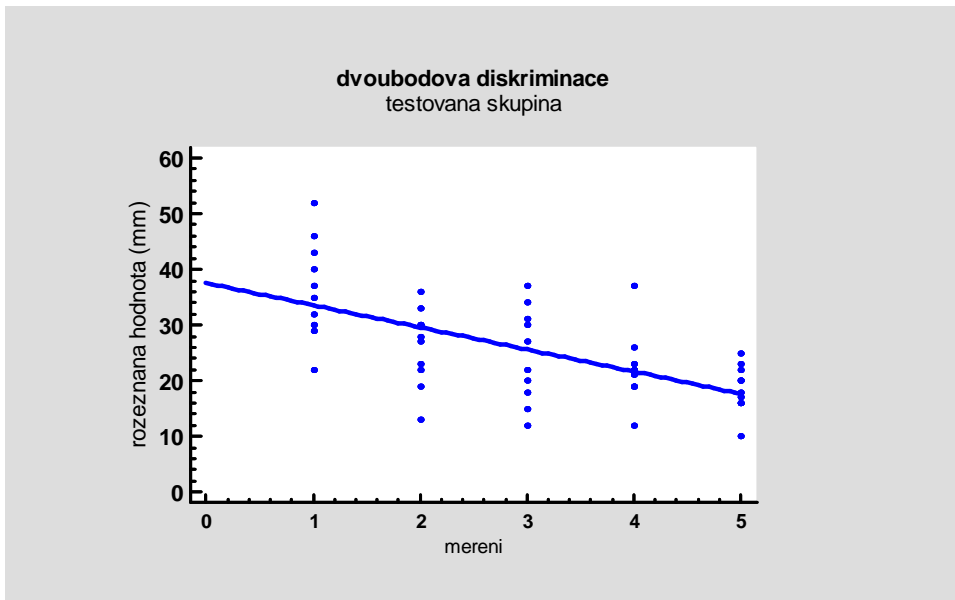
4.2.2 Dvoubodová diskriminace

Změny průměrných hodnot v milimetrech v průběhu dvou měsíců u testované a kontrolní skupiny jsou znázorněny v tabulce 3. U testované skupiny běžců na lyžích sledujeme značné klesání vzdálenosti v milimetrech a klesání hodnoty směrodatné odchylky. Při 1. měření byla průměrná rozpoznávaná vzdálenost dvou bodů 36,6 mm (SD +/- 8,92) a na konci studie již 18,7 mm (SD +/- 4,3). Kontrolní skupina dosáhla na začátku studie průměrné vzdálenosti dvou rozpoznávaných bodů 39,3 mm (SD +/- 10,84) a na konci studie byl průměr dokonce vyšší a dosahoval hodnoty 41,1 (SD +/- 9,01).

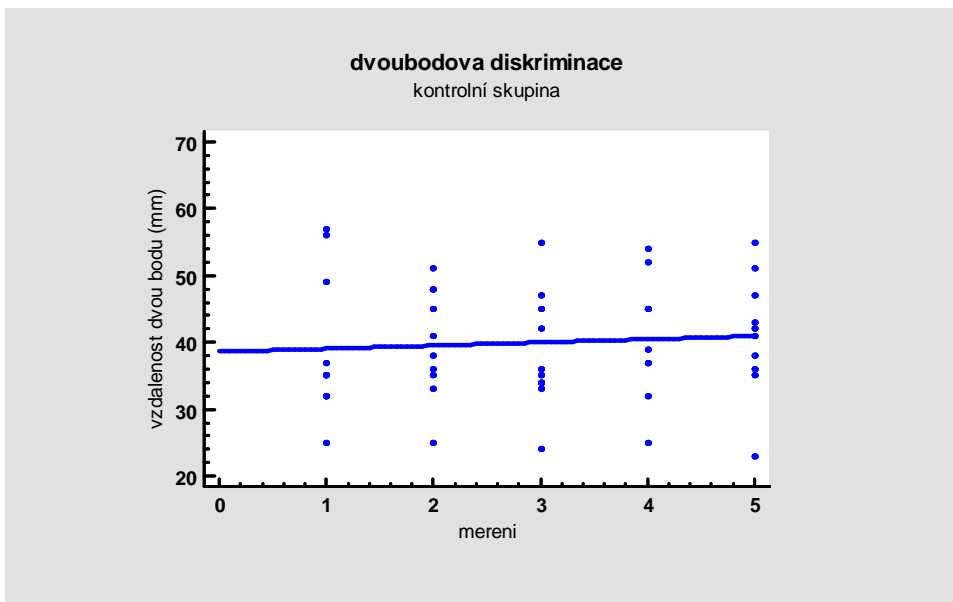
Tabulka 3 Kvalita dvoubodové diskriminace v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny

| Čas | skupina | průměr (mm) | SD |
|-----------|-----------|-------------|-------|
| 1. měření | Testovaná | 36,6 | 8,92 |
| | Kontrolní | 39,3 | 10,84 |
| 2. měření | Testovaná | 26,1 | 6,90 |
| | Kontrolní | 40 | 8,12 |
| 3. měření | Testovaná | 24,6 | 8,44 |
| | Kontrolní | 38,5 | 8,81 |
| 4. měření | Testovaná | 22,2 | 6,34 |
| | Kontrolní | 41,1 | 8,89 |
| 5. měření | Testovaná | 18,7 | 4,30 |
| | Kontrolní | 41,1 | 9,01 |

Grafické znázornění v čase u testované skupiny v grafu č. 3 a u kontrolní skupiny v grafu č. 4. Hodnocení testované skupiny v čase dosáhlo statisticky významné hladiny významnosti $p < 0,001$. U kontrolní skupiny se p – value rovná 0,6008.



Obrázek 14 Graf č. 3 zobrazuje lineární klesání vzdálenosti rozpoznání dvou bodů u testované skupiny v průběhu 2 měsíců



Obrázek 15 Graf č. 4 zobrazuje lineární růst vzdálenosti rozpoznání dvou bodů u kontrolované skupiny v průběhu 2 měsíců

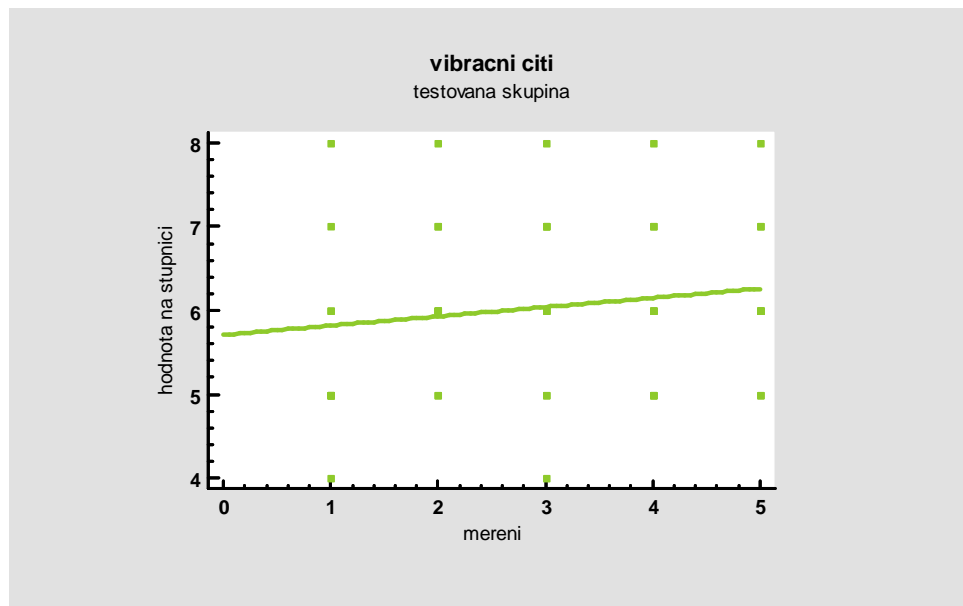
4.2.3 Vibrační čítí

Tabulka 4 zobrazuje průměr hodnot naměřených ladičkou v průběhu dvou měsíců u testované a kontrolní skupiny sportovců. Sledujeme malý nárůst hodnot u testované skupiny a nepatrný pokles hodnot u kontrolní skupiny. Při 1. měření bylo dosaženo průměru 5,6 (SD +/- 1,17) u testované skupiny a u kontrolní 5,7 (SD +/- 0,95). Na konci studie dosahoval průměr hodnot 6,2 (SD +/- 0,92) u cvičících sportovců dle konceptu DNS a 5,2 (SD +/- 1,03) u necvičících sportovců. Jelikož hodnoty p-value dosahovaly 0,2899 a 0,2593, nedošlo k žádné statisticky významné změně hodnot vibračního čítí u testované a kontrolní skupiny v čase během dvou měsíců.

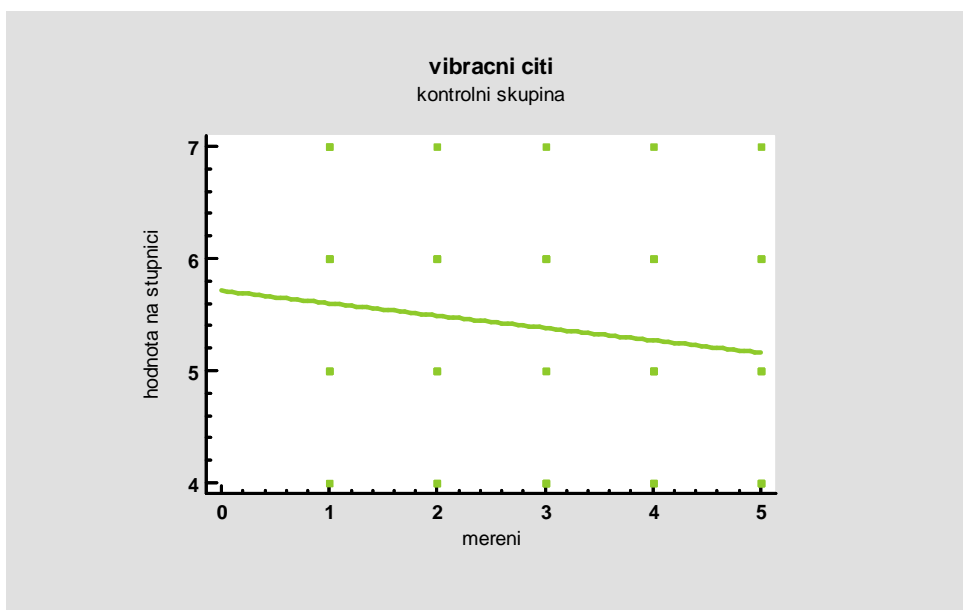
Tabulka 4 Kvalita vibračního čítí v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny

| Čas | skupina | průměr (hodnota na ladičce) | SD |
|-----------|-----------|-----------------------------------|------|
| 1. měření | Testovaná | 5,6 | 1,17 |
| | Kontrolní | 5,7 | 0,95 |
| 2. měření | Testovaná | 6,2 | 0,92 |
| | Kontrolní | 5,4 | 0,97 |
| 3. měření | Testovaná | 6,1 | 1,19 |
| | Kontrolní | 5,3 | 1,06 |
| 4. měření | Testovaná | 6,1 | 0,99 |
| | Kontrolní | 5,3 | 0,95 |
| 5. měření | Testovaná | 6,2 | 0,92 |
| | Kontrolní | 5,2 | 1,03 |

Grafy č. 5 a 6 ukazují lineární změnu hodnot v čase u testované a kontrolní skupiny.



Obrázek 16 Graf č. 5 zobrazuje lineární růst hodnot naměřených ladičkou u testované skupiny v průběhu 2 měsíců



Obrázek 17 Graf č. 6 zobrazuje lineární klesání hodnot naměřených ladičkou u kontrolní skupiny v průběhu 2 měsíců

4.2.4 Porovnání rozdílů výsledků mezi testovanou a kontrolní skupinou

Pro porovnání rozdílů výsledků proměnných v čase mezi testovanou a kontrolní skupinou byla použita pokročilá statistická metoda smíšeného efektu v programu SAS

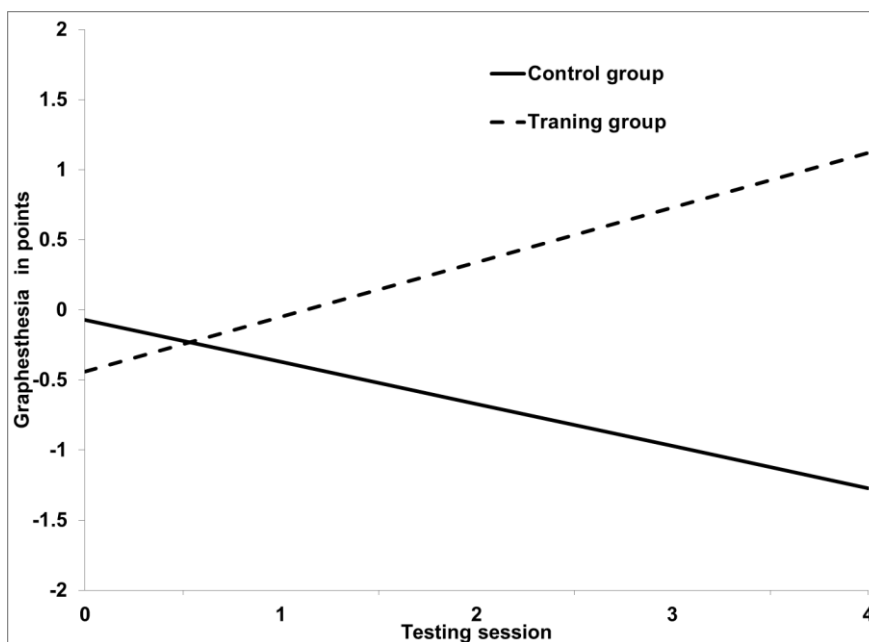
(Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, Severní Karolína, verze 9). Tento statistický model zahrnuje jak fixní, tak náhodné efekty a je často využíván pro analýzu při opakovaných měřeních na stejném statistickém vzorku. Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$, na jejímž základě potvrzujeme alternativní hypotézu.

Výsledky jsou prezentovány v tabulce 5 a graficky znázorněny v grafech č. 7, 8 a 9. Rozdíly ve výchozích naměřených hodnotách z 1. měření nebyly statisticky významné. U grafestezie byla celková signifikantní změna ve výsledcích napříč jednotlivými vyšetřeními ($p = 0,045$), stejně tak i u vibračního čítí ($p = 0,030$). U všech třech modalit čítí docházelo u testované skupiny k růstu (v případě dvoubodové diskriminace k poklesu) hodnot v čase signifikantně rychlejším tempem než u kontrolní skupiny. Hladina významnosti u grafestezie a dvoubodové diskriminace dosahuje hladiny $p < 0,001$ a hladina významnosti vibračního čítí je $p = 0,002$. Tudíž rozdíl mezi skupinami je statisticky významný, a proto potvrzujeme alternativní hypotézu H 1.

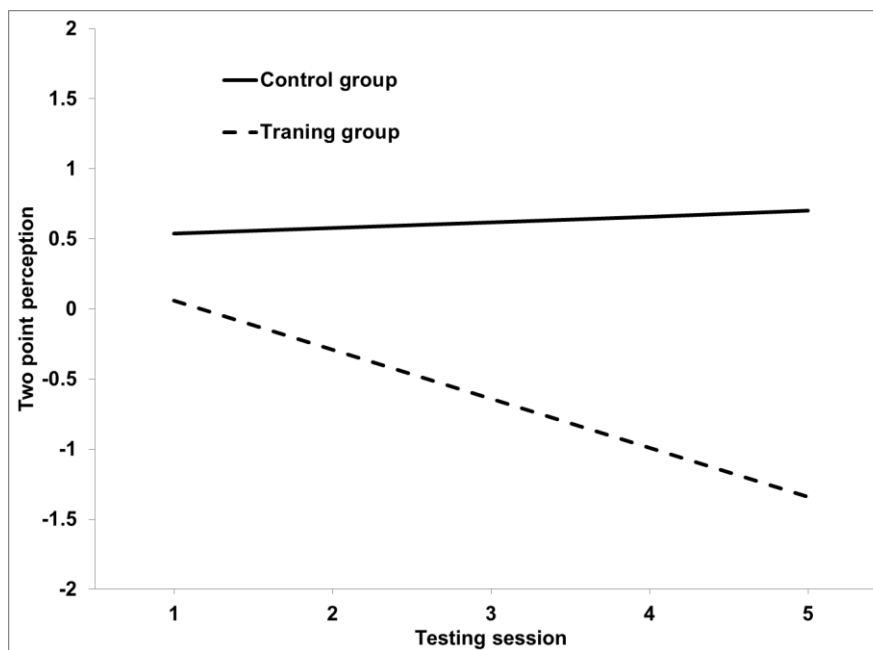
Tabulka 5 Rozdíly výsledků v čase - testovaná vs. kontrolní skupina

| Outcome | Estimate | SE | p-value |
|------------------------------------|----------|------|-----------------|
| <i>Graphesthesia</i> | | | |
| Intercept | -0.07 | 0.29 | .813 |
| Change across assessments | -0.14 | 0.06 | .045 |
| Baseline group differences | -0.37 | 0.40 | .357 |
| Change x group | 0.53 | 0.09 | <.001 |
| <i>Two point perception</i> | | | |
| Intercept | 0.54 | 0.22 | .025 |
| Change across assessments | 0.04 | 0.04 | .371 |
| Baseline group differences | -0.48 | 0.31 | .135 |
| Change x group | -0.39 | 0.06 | <.001 |
| <i>Vibration perception</i> | | | |
| Intercept | -0.11 | 0.29 | .725 |
| Change across assessments | -0.11 | 0.04 | .030 |
| Baseline group differences | 0.21 | 0.42 | .616 |
| Change x group | 0.21 | 0.06 | .002 |

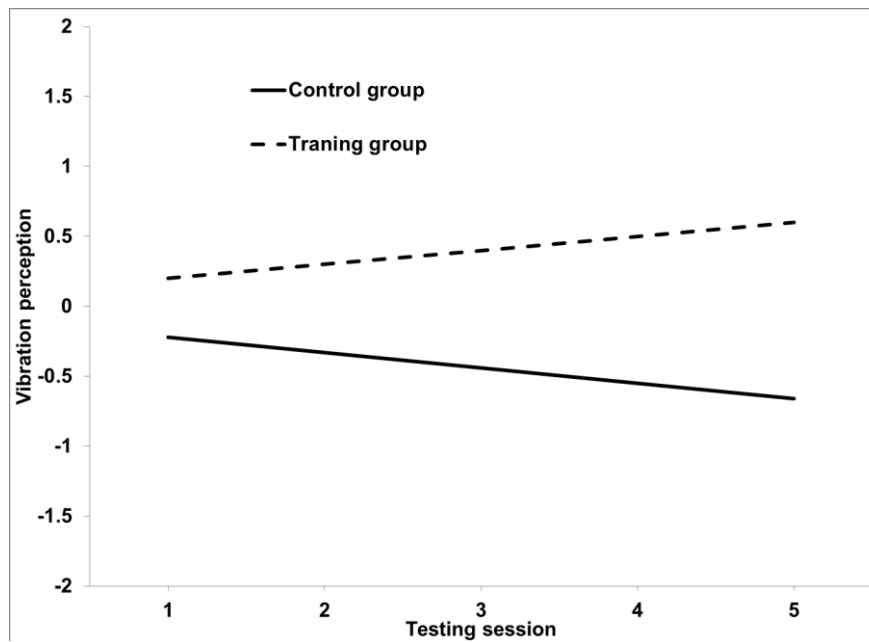
Notes: Estimate = unstandardized regression coefficient; SE = standard error of measurement.



Obrázek 18 Graf č. 7 porovnání výsledků grafestezie mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců



Obrázek 19 Graf č. 8 porovnání výsledků dvoubodové diskriminace mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců



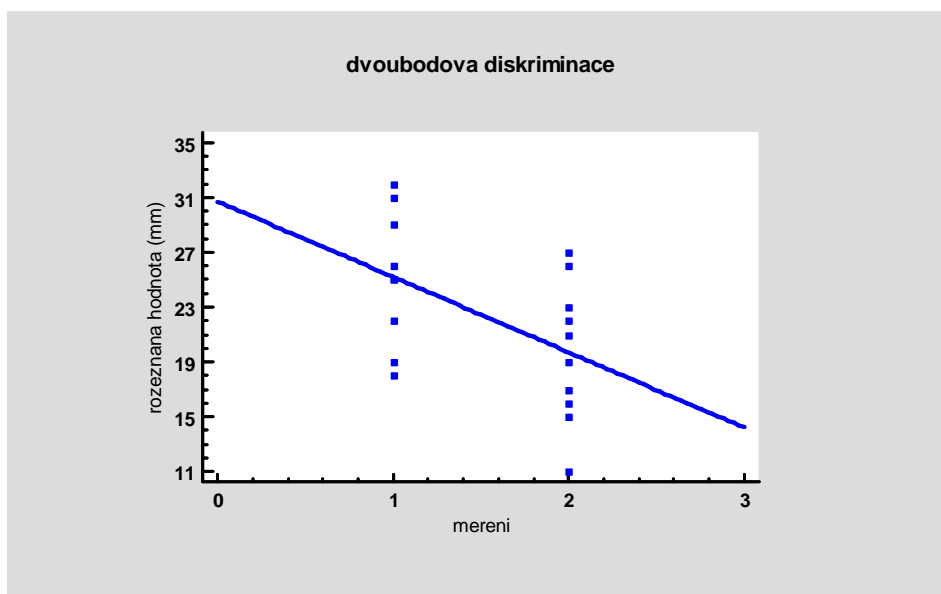
Obrázek 20 Graf č. 9 porovnání výsledků vibračního čítí mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců

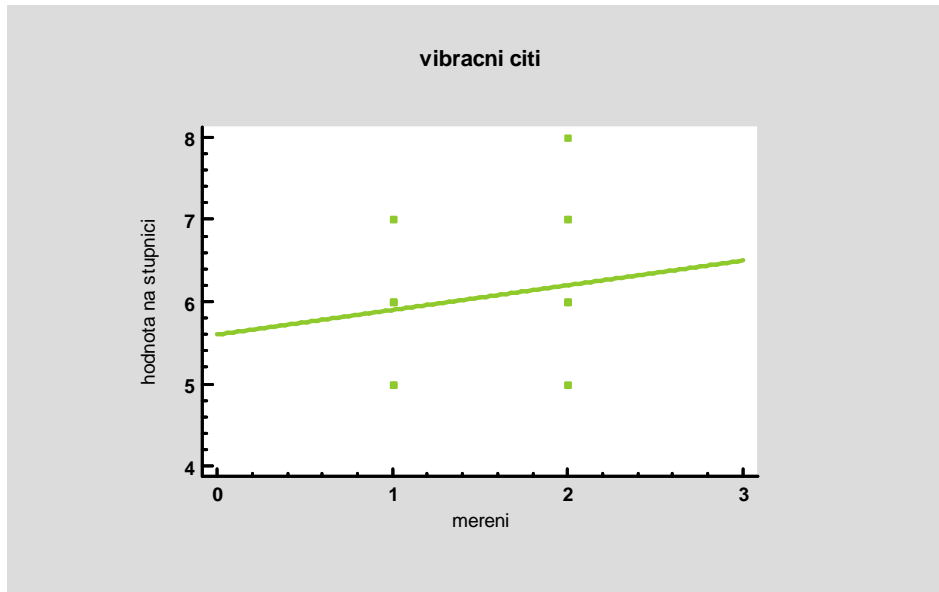
4.3 Analýza okamžitého efektu aktivního cvičení dle konceptu DNS na lokální senzoryckou percepci v oblasti střední hrudní páteře u testované skupiny

U každého jedince z testované skupiny bylo po dvouměsíčním cvičení provedeno vyšetření na kvalitu senzorycké percepcie před a ihned po jednom cvičení. Využili jsme opět metodu lineární regrese, kde dochází k proložení souboru bodů přímkou. Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Statisticky významný efekt ihned po cvičení sledujeme u dvoubodové diskriminace, kde hladina významnosti p dosahuje 0,021. U grafestezie a vibračního čítí statisticky neprokazujeme okamžité zlepšení kvality, jelikož hladiny významnosti p dosáhly 0,081 a 0,4313. Na základě dosažených hladin významnosti u jednotlivých modalit čítí nelze zcela vyvrátit ani potvrdit alternativní hypotézu H 2, potvrzujeme ji pouze pro dvoubodovou diskriminaci. V grafech (grafy č. 10 - 12) jsou graficky znázorněné změny v hodnotách měření před terapií a po ní pomocí lineární přímkou, kde sledujeme pozitivní trend hodnot.



Obrázek 21 Graf č. 10 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu grafestezie

Obrázek 22 Graf č. 11 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu dvoubodové
diskriminace



Obrázek 23 Graf č. 12 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu vibračního cití

4.4 Hodnocení bolesti pomocí dotazníku YSQ

Na začátku studie každý jedinec vyplnil standardizovaný dotazník Young spine questionnaire, který hodnotí frekvenci a intenzitu bolestí krční, hrudní a bederní páteře. Cílem bylo zjistit, zda při integraci cviků Dynamické neuromuskulární stabilizace do tréninku sportovců u nich dochází ke zmírnění bolestí zad. Po ukončení dvouměsíční studie byl dotazník opět předložen všem sportovcům – testované i kontrolní skupině.

Tabulka 6 shrnuje údaje získané z dotazníků u testované a kontrolní skupiny před a po ukončení studie. Pro přehlednou statistickou analýzu byla k odpovědím přiřazena čísla, dle rostoucí frekvence (0-3, nikdy = 0, často = 3) a intenzity bolestí (vizuální analogová škála 0-5). Pro potvrzení alternativní hypotézy musí hladina významnosti dosahovat $p < 0,05$. Na základě uspořádané logistické regrese sledujeme u testované skupiny signifikantní snížení intenzity bolestí ve všech třech hodnocených oblastech páteře ve srovnání s kontrolní skupinou. V tomto případě hladina významnosti p dosahuje u krční oblasti $p = 0,005$, u hrudní $p = 0,004$ a u bederní oblasti $p = 0,014$ (testovaná vs. kontrolní skupina). Co se týče frekvence bolestí, došlo ke statisticky významnému rozdílu výsledků mezi skupinami pouze u bolestí v oblasti hrudní páteře, kde $p = 0,011$. Na základě těchto výsledků potvrzujeme alternativní hypotézu H 3.

Tabulka 6 Frekvence a intenzita bolestí krční, hrudní a bederní páteře u testované a kontrolní skupiny před a po ukončení studie

| Location | | Training | | Control | | P-value ^a |
|----------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| | | Pre | Post | Pre | Post | |
| Neck | Never | 5 | 5 | 3 | 2 | .870 |
| | Once or twice | 2 | 4 | 3 | 2 | |
| | Once in a while | 2 | 1 | 3 | 6 | |
| | Often | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | Faces Pain Scale, mean (SD) | 1.4 (1.6) | 0.8 (0.9) | 1.7 (1.5) | 2.2 (1.5) | |
| Mid back | Never | 3 | 5 | 1 | 1 | .011 |
| | Once or twice | 1 | 4 | 4 | 3 | |
| | Once in a while | 6 | 1 | 5 | 6 | |
| | Often | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Faces Pain Scale, mean (SD) | 1.3 (1.2) | 0.6 (0.7) | 2.0 (1.2) | 2.4 (1.3) | |
| Low back | Never | 3 | 2 | 1 | 1 | .987 |
| | Once or twice | 5 | 4 | 6 | 5 | |
| | Once in a while | 2 | 4 | 3 | 4 | |
| | Often | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Faces Pain Scale, mean (SD) | 2.4 (0.8) | 1.2 (0.9) | 3.5 (1.5) | 3.8 (1.3) | |

Note. SD = standard deviation.

^ap-values are based on ordered logistic regression where post-test scores are the outcome, pretest scores are the covariate and training (yes/no) is the predictor.

5 DISKUZE

Hlavním cílem práce byla především objektivizace vlivu aktivního cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace na lokální senzoryckou percepci v oblasti střední hrudní páteře u sportovců – běžců na lyžích. Předpokládali jsme, že při integraci zvolených cviků do tréninku testované skupiny (10 sportovců) dojde ke zlepšení kvality vyšetřovaných modalit cití a navíc ke snížení intenzity a frekvence bolestí zad. Tento předpoklad jsme ověřili pomocí pěti měření během dvou měsíců u všech dvaceti sportovců.

Tři vybrané cviky z konceptu DNS, které byly zaintegrované do tréninku testované skupiny, byly cílené na rozvoj somatognózie a nácvik izolovaného pohybu ve střední hrudní páteři. Zvolili jsme polohu na zádech (model 3. měsíce) s prováděnou flexí hlavy, dále polohu na břiše (model 3. měsíce) s extenzí ve střední Th páteři a třetím cvikem byla rotace hlavy v pozici na čtyřech (model 8. měsíce). Jedinci tak nacvičovali posturální stabilizaci trupu s udržením intraabdominálního tlaku a byli instruováni k plné koncentraci na oblast střední hrudní páteře při provádění intersegmentálního pohybu do flexe, extenze a rotace ve střední Th páteři. Každý tento pohyb byl proveden desetkrát (u rotace na obě strany). Důraz byl kladen především na kvalitu provedení jednotlivých cviků, v některých případech na úkor počtu opakování. Nejčastějším problémem při terapii běžců na lyžích byl výrazný hypertonus horní porce m. rectus abdominis, m. pectoralis major, m. trapezius, m. levator scapulae a m. erector spinae. Sportovci z testované skupiny si zapisovali cvičení do svých deníků, které odevzdali na konci studie. Ze zápisů v denících vyplývá, že až na dva jedince, kteří vynechali cvičení po dobu jednoho týdne z důvodu nemoci, cvičili všichni poctivě celou sérií tří cviků ve třech pozicích minimálně jednou denně. První týden byli sportovci z testované skupiny odborně vedeni dvěma fyzioterapeuty každý všední den a v dalších třech týdnech každý sportovec navštívil fyzioterapeuta v průměru třikrát týdně. Druhý měsíc již cvičil každý sportovec sám.

5.1 Diskuze k teoretické části

Z teoretických poznatků víme, že mezi nejčastější zdravotní obtíže u vrcholových běžců na lyžích jsou bolesti zad. Při klasické technice dochází k opakované

flexi a extenzi trupu v oblasti bederní páteře a při bruslení ke stálému mírnému předklonu a rotaci trupu směrem ke skluzné lyži. Při insuficienci hlubokých svalů trupu pak dochází k přetěžování povrchových svalů. Holmberg (Holmberg et al., 2005) popisuje biomechaniku klasického běhu na lyžích u vrcholových sportovců pomocí EMG vyšetření. Ve své studii uvádí, že k nejvyšší míře aktivace dochází u m. rectus abdominis a m. teres major, které jsou následovány m. latissimus dorsi a m. pectoralis major. Opakovaná nadměrná aktivace a přetěžování těchto svalů má vliv na postavení v ramenních kloubech směrem do vnitřní rotace, které vede ke zvyšování kyfózy v hrudní páteři. Kompenzačním mechanismem vzniká bederní hyperlordóza s hypertonem paravertebrálních svalů a anteverzí pánve. Cholewicki (Cholewicki, 1997) i Kolář (Kolář, 2009) uvádí, že k rotaci a intersegmentálnímu pohybu páteře může dojít pouze u napřímené páteře. Z toho vyplývá, že při protrakci ramenních kloubů spolu s hyperkyfózou v hrudní oblasti ztrácí páteř svou rotabilitu a schopnost dosáhnout napřímení. Na základě senzomotorických vztahů tím dojde ke snížení sensorické aference z této oblasti a jedinec ji jakoby „opomíjí“. Hodges (Hodges, 2003) popisuje, že jakákoli změna sensorické informace přicházející z periferie naruší řídicí funkci a projeví se v motorice. Následkem toho vzniká porucha somatognozie a sportovec se pohybuje neekonomicky, což vede k funkčním poruchám a bolestem pohybového aparátu. U vrcholových běžců na lyžích, kteří svou svalovou dysbalanci navíc podpoří neadekvátním tréninkem a analytickým cvičením v posilovně, se situace a zdravotní obtíže mohou pouze zhoršovat.

Alricsson (Alricsson et al., 2004) provedl obdobnou studii, kde integroval do letní přípravy vrcholových běžců na lyžích trénink tance a sledoval jeho dopad na svalové napětí a kloubní mobilitu v oblasti páteře, kyčelního a hlezenního kloubu. Dále se pokusil zjistit, zda po tříměsíčním tréninku tance dojde ke snížení bolesti zad sportovců. Alricsson na základě funkčních vyšetření a dotazníku potvrdil, že tříměsíční integrace tance do tréninku vrcholových sportovců – běžců na lyžích má významný efekt na zmírnění bolesti v oblasti páteře, zmenšení rozdílu mezi hrudní kyfózou a bederní lordózou, který ověřil pomocí Debrunnerova kyfometru, a na zvýšení kloubní pohyblivosti a svalového napětí v oblasti páteře, kyčelního a hlezenního kloubu. Testovaná skupina absolvovala taneční trénink šestkrát týdně po dobu tří měsíců. Taneční lekce probíhaly v různých tanečních stylech (jazz, moderní tanec, balet) a hlavním cílem bylo zlepšit rovnováhu, koordinaci, obratnost a svalovou pružnost sportovců. Ve své studii odkazuje i na studii Erikssona (Eriksson, et al., 1996), který

ukázal, že u všech testovaných vrcholových běžců na lyžích, kteří udávali bolesti zad, se objevovalo zvýšené svalové napětí ve flexorech kyčelního kloubu a v m. erector spinae. Tím dochází k omezení rozsahu pohybu a opakovanou monotónní zátěží ke zvyšování svalového napětí. Pro správné provedení techniky běhu na lyžích má velký význam právě rozsah pohybu v kyčelních kloubech, a pokud je omezený, dochází ke kompenzačnímu pohybu v bederní páteři.

Otázkou je, zda by byl tento efekt tanečního tréninku dlouhodobý. Souhlasím s tím, že jakákoli kompenzace prostřednictvím zařazení jiného druhu pohybu do tréninku vrcholových sportovců je přínosná. Nicméně domnívám se, že pokud se vrcholový sportovec pohybuje v patologických posturálních vzorcích, které mají za následek bolestivé syndromy zad, nemůže dojít k plnohodnotnému odeznění bolesti bez přestavby patologického vzoru a svou posturální instabilitu si sportovec ponese do každého sportu. Véle a Kolář (Véle, 2006; Kolář, 2009) uvádí, že pouze vlivem motorického učení přes dlouhodobou cílenou aktivaci oblastí CNS, kde dochází k „uvědomění si“ prováděného pohybu, lze vytvořit nový pohybový vzor, který opakovaním nabývá priority před nevhodným programem. Integraci senzoryckých informací na centrální úrovni dojde k propojení s funkcemi motorickými. Cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace s nácvikem percepcie vlastního těla může být vhodným způsobem přestavby patologických vzorů a mělo by být zařazeno do každodenního tréninku všech vrcholových sportovců.

5.2 Vztah mezi senzoryckými a motorickými funkcemi

V posledních několika desetiletích bylo velké množství studií věnováno výzkumu nervové kontroly pohybu a významu poruchy senzomotorické kontroly. Většina výzkumů se však zabývá vztahem senzomotorické kontroly k chronickým bolestem zad, kdy je testovaná kvalita senzorycké percepcie přímo v místě bolesti. V naší studii jsme se při vyšetření jednotlivých modalit cití u všech sportovců soustředili pouze na oblast střední hrudní páteře bez ohledu na lokalizaci bolesti zad.

Na základě současných znalostí této problematiky můžeme tvrdit, že mezi chronickou bolestí a změnami senzomotorické kontroly existuje souvislost. Řada autorů se však liší v názorech, zda bolest způsobuje poruchu v řízení motoriky, nebo zda porucha v řídicích mechanismech vede k rozvoji bolesti.

Lotze a Moseley tvrdí, že existuje vztah mezi mírou zkreslení tělesného schématu, kortikální reprezentací a bolestí. Podle autorů je nepravděpodobné, že by porucha tělesného schématu či kortikální reorganizace byly příčinou bolestí, ale naopak bolest může k těmto poruchám přispět. (Lotze, Moseley, 2007) Vlivem kortikální reorganizace na bolest se zabývali i autoři Wand a O'Connel. Ti vysvětlují úzký vztah mezi výstupní motorikou a sensorickým zpětnovazebným systémem, který informuje CNS, zda realizace pohybu probíhá v souladu s jeho plánem a monitoruje veškeré odchylky. Pokud se objeví konflikt mezi motorickým výstupem a sensorickým feedbackem, lze očekávat varující signál ve formě bolesti, který upozorňuje na inkongruenci mezi motorickým záměrem a prováděným pohybem. (Wand a O'Connel, 2008) Později navíc Wand (Wand, 2011) potvrdil, že u pacientů s chronickými bolestmi zad dochází ke strukturálním, neurochemickým a funkčním změnám v mozku.

Moseley (Moseley, 2008) ve své studii u pacientů s LBP prokázal, že tito pacienti mají poruchu taktilního vnímání, zvýšené hodnoty dvoubodové diskriminace v místě bolesti a žádný z pacientů z testované skupiny nebyl schopný jasně ukázat šířku svého trupu. Tato skutečnost zvyšuje pravděpodobnost, že trénink percepcie tělesného schématu nebo taktilního vnímání může pomoci pacientům s chronickými bolestmi zad, stejně jako pacientům s KRBS nebo fantomovou bolestí.

Naopak Wand (Wand et al., 2010) ve svém výzkumu, kde testoval taktilní cití, dvoubodovou diskriminaci a grafestezii u pacientů s LBP, neprokázal vztah mezi sensorickými funkcemi a klinickým obrazem pacienta a ani významný vztah mezi hodnotami jednotlivých modalit cití. Díky tomu se někteří autoři domnívají, že sensorický deficit není ani příčinou ani důsledkem bolesti u pacientů s LBP a jedná se pouze o doprovodný fenomén.

Další výzkum na toto téma je jistě nutný, přesto lze předpokládat, že terapeutické přístupy na neurofyziologickém podkladě se zaměřením na zvýšení kvality sensorických funkcí mají svůj velký potenciál nejen v léčbě u pacientů s LBP, ale i v terapii a prevenci funkčních poruch pohybového aparátu. Jedním z mechanismů vedoucích ke zhoršení posturální stability je snížení kvality jednotlivých modalit somatosensorického systému. Kolář uvádí, že právě porušená percepcie vlastního těla může být primární příčinou patologických, neekonomických pohybových vzorů, které přetěžují určité oblasti pohybového aparátu. (Kolář, 2009) U vrcholových sportovců může docházet ke snižování kvality sensorické percepcie neadekvátně voleným tréninkem, kde vlivem nadměrného přetěžování dojde k posilování patologických

pohybových vzorů, a tím k prohlubování dysfunkce opomíjených oblastí pohybového aparátu.

5.3 Problematika techniky posilování u běžců na lyžích

V rámci předložené studie byl veden rozhovor s trenérem vrcholových běžců na lyžích Armádního sportovního centra Dukla Liberec Mgr. Zbyňkem Valouškem. Získali jsme podrobný popis každodenního tréninku během dvou měsíců, kdy probíhala tato studie, a u několika tréninků v posilovně byla autorka studie přítomna. V programu bylo posilování zahrnuto celkem třikrát týdně. Dále sportovci v rámci tréninků jezdili na kole, kolečkových lyžích a běhali v terénu. Při silovém tréninku běžců na lyžích nejčastěji sportovci posilovali v decentrovaném postavení kloubů, v nádechovém postavení hrudníku a s hyperlordózou v bederní oblasti. Bylo viditelné, že na volené cviky posturálně nestačili a pro provedení cviku využívali kompenzační mechanismy. Nejvíce byly voleny cviky na posílení horní porce m. rectus abdominis, m. pectoralis major, m. trapezius a m. quadriceps femoris. Vzhledem k tomu, že většina vrcholových běžců na lyžích nemá dostatečnou kvalitu posturální stabilizace a trpí výraznou svalovou dysbalancí, dochází při analytickém zvyšování síly k posilování patologických vzorců a nadměrnému přetěžování pohybového aparátu. Někteří sportovci neprojdou fyziologickým vývojem již v prvním roce života a svou poruchu si nesou celý život. Je otázkou, zda jsou tyto jedinci vhodnými kandidáty pro vrcholový sport. Jiní si svou posturální stabilitu naruší nevhodně voleným tréninkem, kdy jsou na sportovce kladeny vysoké nároky a dochází k patologickému přetěžování organismu. Bohužel si tuto skutečnost většina trenérů a sportovců neuvědomuje a jejich jednání může být jedním z faktorů vzniku funkčních až strukturálních poruch pohybového systému, které někdy vedou až k ukončení kariéry vrcholového sportovce. Domnívám se, že jednou z hlavních příčin neadekvátního přístupu v rámci trénování jsou nedostatečné neurofyziologické a biomechanické znalosti sportovních trenérů. Jednotlivé cviky posilovacího tréninku jedinců, zařazených do této studie, jsou zobrazeny v příloze 2.

5.4 Analýza kvality sensorické percepce v průběhu 2 měsíců

Během dvou měsíců jsme analyzovali kvalitu sensorické percepce u běžců na lyžích. Celkem proběhlo 5 měření. Na začátku ani během studie nebyly statisticky

významné rozdíly v demografických hodnotách (pohlavní zastoupení, tělesná výška, váha, BMI) mezi skupinami, což potvrzuje náhodný výběr jedinců do daných skupin. Při vyšetření taktilního a termického cití nedošlo k žádné změně hodnot u obou skupin, hodnoty byly při každém měření maximální u všech jedinců. Tyto dvě modalitativy cití testoval ve své studii i Ragé (Ragé, et al., 2011), kde porovnával výsledky mezi pacienty s diabetes mellitus I. a II. typu. Pro vyšetření taktilního cití použil stejně jako my Semmesovo-Weinsteinovo filamentum a nedošlo k žádné statisticky významné změně mezi skupinami. Nicméně na rozdíl od naší studie u termického cití využil elektronický přístroj, neurosenzorycký analyzátor TSA II, který přesně dokumentuje reakci pacienta na chlad, teplo a vibrace. Jelikož jsme přístroj neměli k dispozici, v naší studii byl použit nástroj Tip Therm, který se využívá spíše v diagnostice u pacientů s neurologickým deficitem. Vyšetření termického cití pomocí Tip Thermu je spíše orientační, a proto jsme u zdravých sportovců nezjistili významné změny kvality termického cití. V dalších studiích je nutné k hodnocení taktilního a termického cití využít citlivějších sofistikovaných přístrojů a postupů měření.

Při vyšetření grafestezie byla použita šablona pro čísla 1 – 9 o velikosti 2 cm, která byla psána pomocí tužky pro dotykové monitory. U experimentální skupiny došlo ke statisticky významnému zvýšení počtu rozpoznávaných čísel v čase mezi prvním a posledním měřením ($p < 0,001$). Stejně tak i experimentální skupina dosáhla statisticky významného zlepšení v čase v dvoubodové diskriminaci ($p < 0,001$). Wand (Wand, 2010) ve své studii porovnával kvalitu senzorycké percepce mezi pacienty s LBP a zdravými jedinci. Na rozdíl od naší studie, kdy jsme vyšetřovali cití v místě processus spinosus obratle Th5, zjišťoval kvalitu percepce v místě bolesti na processus spinosus obratlů L1, L3 a L5. Taktilní cití a dvoubodovou diskriminaci vyšetřoval stejným způsobem, ale grafestezii hodnotil psáním dvaceti písmen v náhodném pořadí. Tím získal větší množství dat a lepší objektivizaci kvality grafestezie, než pouze u devíti vyšetřovaných čísel v naší studii. Statisticky významný rozdíl Wand prokázal u dvoubodové diskriminace a grafestezie, nicméně neprokázal vztah mezi senzoryckými funkcemi a klinickým obrazem pacienta. Pro ozřejmění korelace mezi kvalitou senzorycké percepce a funkčních poruch u běžců na lyžích je nutné provést další výzkumy.

Při vibračním cití, vyšetřovaném pomocí ladičky, nebyla zjištěna statisticky významná změna v čase ani u jedné z obou skupin. Někteří jedinci udávali pocity vibrace i po ukončení chvění ladičky, někteří naopak udávali velmi brzké ukončení

vibrací. Ladičku v praxi využíváme spíše k diagnostice neurologických onemocnění, a proto je pravděpodobné, že pro hodnocení kvality percepce vibračního čítí u zdravých jedinců není tento způsob objektivizace dostatečně senzitivní. Pro přesné vyšetření vibrace u zdravých jedinců by byl vhodnější neurosensorický analyzátor, stejně jako u termického čítí.

Kontrolní skupina neprokázala statisticky významnou změnu v čase mezi prvním a posledním měřením ani u jedné z modalit čítí, nicméně je překvapivé, že grafy (graf č. 2, 4 a 6) nám ukazují dokonce mírné zhoršení kvality percepce grafestezie, dvoubodové diskriminace a vibračního čítí v čase. To by mohlo být způsobeno zvyšující se zátěží při tréninku běžců na lyžích během letní přípravy, a tím i progresí jejich obtíží.

Pro naši studii je však podstatný rozdíl mezi skupinami. Velmi pozitivním výsledkem, který nám potvrzuje alternativní hypotézu H1, shledáváme skutečnost, že u všech třech modalit čítí docházelo u testované skupiny k růstu (v případě dvoubodové diskriminace k poklesu) hodnot v čase signifikantně rychlejším tempem v porovnání s kontrolní skupinou. U grafestezie docházelo u testované skupiny k růstu hodnot rychlostí o polovinu směrodatné odchylky na jedno měření ve srovnání s kontrolní skupinou. Hladina významnosti změn u grafestezie a dvoubodové diskriminace dosahuje hladiny $p < 0,001$ a hladina významnosti vibračního čítí je $p = 0,002$. Dvuměsíční cvičení trupové stabilizace se zaměřením na intersegmentální pohyb ve střední hrudní páteři má efekt na kvalitu grafestezie, dvoubodové diskriminace a vibračního čítí v této oblasti.

5.5 Analýza okamžitého efektu aktivace trupové stabilizace na kvalitu sensorické percepce u testované skupiny

Tato část studie poukazuje na aktuální vliv individuální terapie dle konceptu DNS na lokální sensorickou percepci v oblasti střední hrudní páteře u jedinců z testované skupiny. Na konci dvuměsíční studie každý sportovec z testované skupiny podstoupil individuální terapii. Před terapií a po ní bylo provedeno vyšetření na sensorickou percepci v oblasti střední hrudní páteře stejným postupem jako v průběhu studie. Významný efekt aktuální terapie dle Dynamické neuromuskulární stabilizace byl prokázán pouze u dvoubodové diskriminace, kde hladina významnosti p dosáhla hodnoty 0,021. Ačkoli změna u grafestezie a vibračního čítí nebyla statisticky

významná, v grafech (graf č. 10 a 12) sledujeme lineární růst průměrných hodnot u testovaných jedinců a rozdíl hodnot před a po terapii. Alternativní hypotézu H 2 jsme jednoznačně potvrdili pro dvoubodovou diskriminaci, pozitivní trend byl ale zjištěn i pro další sledované modality cití. Při individuální terapii byli sportovci opět vedeni k aktivaci správného dechového stereotypu s udržením intraabdominálního tlaku ve vývojových pozicích a k maximální koncentraci a vnímání intersegmentálního pohybu v oblasti hrudní páteře.

5.6 Hodnocení pomocí dotazníku YSQ

Pro zjištění frekvence a intenzity bolestí krční, hrudní a bederní páteře u běžců na lyžích jsme použili standardizovaný dotazník Young spine questionnaire. Byl vybrán pro jeho stručnost, přehlednost a jednoduchost. Dotazník byl vyvinut autory Lauridsen a Hestbaek (Lauridsen a Hestbaek, 2013) a je rozdělený na tři základní části – krční, hrudní a bederní páteř. Zjišťuje frekvenci a intenzitu bolestí pomocí vizuální analogové škály bolesti. Byl vyvinut především na zjišťování bolestí zad u dětí a adolescentů a byl použit v dánské studii, kde autoři (Aartun et al., 2014) zjišťovali výskyt a prevalenci bolestí krční, hrudní a bederní páteře u dětí ve věku 11 – 13 let v průběhu dvou let. Stejně jako v naší studii předložili jedincům dotazník dvakrát, a to na začátku a na konci studie. Aartun (2014) popisuje po dvou letech u dětí výrazné zhoršení ve frekvenci i intenzitě bolestí a časté rozšíření bolestí do jiných oblastí než byly počáteční bolesti. V naší studii jsme však porovnávali rozdíl ve frekvenci a intenzitě bolestí mezi testovanou a kontrolní skupinou. Po dvou měsících došlo k významnému rozdílu v intenzitě bolestí ve všech třech hodnocených oblastech páteře mezi testovanou a kontrolní skupinou. Hladina významnosti p dosahuje u krční oblasti $p = 0,005$, u hrudní $p = 0,004$ a u bederní oblasti $p = 0,014$ (testovaná vs. kontrolní skupina), čímž jsme potvrdili alternativní hypotézu H 3. U kontrolní skupiny jsme dokonce v rámci sledovaného období zjistili i zvyšování intenzity bolestí (Tabulka 6). Lze spekulovat, že nárůst bolestí u kontrolní skupiny vznikl v důsledku zvyšujících se nároků při tréninku běžců na lyžích, jelikož na začátku studie byli sportovci před letní sportovní přípravou a při druhém vyplňování dotazníku měli za sebou téměř každodenní náročný trénink. Frekvence bolestí dosáhla statisticky významné změny mezi skupinami pouze v hrudní oblasti ($p = 0,011$) ve prospěch skupiny jedinců cvičících DNS. Předpokládáme, že

tento žádoucí efekt lze interpretovat jako pozitivní vliv cíleného aktivního cvičení dle konceptu DNS na rozvíjení pohybu ve střední hrudní páteři.

Inani (Inani, 2013) ve své studii dospěl také k velmi dobrým výsledkům. Porovnával efekt cvičení dle trupové stabilizace s běžným izometrickým a analytickým cvičením u jedinců s bolestmi zad. Při tréninku trupové stabilizace začínal s aktivací m. transversus abdominis a m. multifidus lumborum, později přidal koordinaci s dýcháním, koaktivaci hlubokých svalů s povrchovými a na konec zařadil stabilizaci do statických a dynamických cvičení. Stejně jako v naší studii, míru bolestí hodnotil pomocí dotazníku a vizuální analogové škály. U testované skupiny došlo v porovnání s kontrolní skupinou k signifikantnímu snížení míry bolestí zad a ke snížení stupně disability v běžných denních činnostech. Na rozdíl od Inaniho, který nácvik stabilizace začínal vleže na zádech s flektovanou jednou dolní končetinou a s dlaněmi pacienta na bederní oblasti, jsme nacvičovali posturální stabilizaci ve vývojových pozicích, čímž jsme u sportovců dosáhli centrovaného postavení kloubů a napřímené páteře. Domnívám se, že vhodně zvolená výchozí poloha nácviku nových pohybových programů je základem pro senzomotorické učení, kdy pacient získává z dané polohy správné aferentní informace, dále k integraci nových motorických vzorů do CNS a dosažení kvalitní posturální stabilizace. Nenacvičovali jsme zapojení jednotlivých svalů zvlášť, nýbrž souhru mezi ventrální a dorzální muskulaturou s udržením intraabdominálního tlaku, s kaudálním postavením hrudníku, správným dechovým stereotypem a sledovali jsme kvalitu trupové stabilizace jako celku. Současně byl každý cvičící jedinec neustále instruován, aby se plně soustředil jak na vlastní výchozí pozici, tak na průběh pohybu, tj. důraz byl kladen i na vnímání tělesného schématu, kterým se Inani ve své studii nezabýval.

5.7 Možnosti využití výsledků v tréninku vrcholových sportovců - běžců na lyžích

Pro zlepšení přístupu v tréninku vrcholových sportovců – běžců na lyžích bychom na základě naší studie doporučili zlepšit informovanost trenérů pomocí školení a instrukcí odborně způsobilého fyzioterapeuta. Aby nedocházelo k narušení globálních posturálních vzorů sportovců, každý trénink by měl respektovat principy vývojové kineziologie a zapojení svalů v jejich posturálně-lokomoční funkci. Toho lze docílit pouze přítomností fyzioterapeuta při silovém tréninku, a aby bylo dosaženo kvalitní

posturální stabilizace u každého sportovce, je potřeba dlouhodobý a individuální přístup. Velkým omezením pro tuto metodiku tréninku je však časté cestování sportovců za tréninkovou přípravou, nedostatek času a financí pro fyzioterapeuty a trůfáme si tvrdit, že často i lhostejnost vedení sportovních klubů, jejichž hlavním zájmem jsou pouze výsledky sportovců, nikoli prevence jejich zdravotních obtíží. Na základě výsledků naší studie by bylo vhodné do tréninku sportovců integrovat i nácvik senzoryckých funkcí a somatognózie, např. lekcemi Feldenkraisovy metody, která je založena na uvědomování si sebe sama prostřednictvím sekvencí konkrétních pohybů. Pouze s kvalitní senzoryckou percepcí může být dosaženo koordinovaného a cíleného pohybu, jak v náročné, tak v opěrné funkci končetin, která může být zajištěna pouze při správné trupové stabilizaci. Z naší studie vyplývá, že integrace cvičení dle konceptu DNS do tréninku vrcholových běžců na lyžích by zajistila snížení výskytu bolestí a funkčních poruch pohybového aparátu. Snad by tato studie mohla vést alespoň k zamyšlení trenérů a sportovců nad metodikou tréninku a sportovní přípravy u vrcholového sportu.

5.8 Limity studie

Limity studie mohly mít vliv na dosažené výsledky a mohou bránit zobecnění získaných tvrzení. Hlavním limitem této studie uvádíme nízký počet probandů (sportovců – běžců na lyžích), který byl pouze dvacet jedinců ($n = 20$), kteří byli rozděleni do dvou skupin po deseti. Byli jsme bohužel limitováni počtem vrcholových sportovců – běžců na lyžích, kteří se připravují v Armádním sportovním centru Dukla Liberec. Tento nízký počet probandů není dostačující k tomu, abychom mohli naše výsledky považovat za obecně platné. Dalším nedostatkem sledujeme vyšetření taktilního a termického čítí, kde jsme neměli k dispozici dostatečně citlivé přístrojové vybavení pro měření kvality čítí u zdravých jedinců. Třetím limitem je nestejná denní doba vyšetření kvality senzorycké percepcce u každého ze sportovců, která může být v závislosti na denní době rozdílná a zároveň momentální vnitřní naladění a soustředění jedince. Přestože si všichni probandi z testované skupiny vedli deníček a zapisovali si každodenní cvičení, nemůžeme se zcela spolehnout, zda opravdu autoterapii provedli a zda bylo cvičení provedeno v maximální kvalitě. Tím se dostáváme k dalšímu limitu studie, kterým je nedostatečný počet individuálních terapií. U aktivního cvičení dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace je nesmírně důležitý způsob

provedení, aby terapie měla efekt. Každý jedinec potřebuje jinak dlouhé časové období pro fixaci správného provedení cviků v co nejlepší kvalitě.

6 ZÁVĚR

U vrcholových běžců na lyžích jsme prokázali, že aktivní cvičení dle konceptu DNS se zaměřením na intersegmentální pohyb v oblasti střední hrudní páteře má vliv na kvalitu lokální sensorické percepcce v této oblasti. Hodnoty grafestezie, dvoubodové diskriminace a vibračního čítí se u testované skupiny zlepšovaly rychlejším tempem v čase v porovnání s kontrolní skupinou, rozdíl mezi skupinami byl statisticky významný. U okamžitého efektu terapie na lokální sensorickou percepci jsme prokázali statisticky významnou změnu pouze při vyšetření dvoubodové diskriminace.

Na základě dotazníku YSQ, který byl každému sportovci předložen na začátku a na konci dvouměsíční studie, jsme zjistili statisticky významný rozdíl v intenzitě bolestí v krční, hrudní a bederní oblasti mezi testovanou a kontrolní skupinou. Frekvence bolestí se u testované skupiny v porovnání s kontrolní skupinou signifikantně změnila pouze v hrudní oblasti páteře.

Tato studie potvrdila velmi úzký vztah mezi sensorickými a motorickými funkcemi. Dále přinesla nový komplexnější pohled na metodiku tréninku u vrcholových běžců na lyžích. Integrace cviků dle konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace do běžného tréninku běžců na lyžích je důležitá nejen pro terapii bolestivých syndromů páteře, ale zejména v prevenci a potencionálně může vést i ke zlepšení sportovního výkonu. Zlepšení schopnosti zpracování sensorické aference, a tím i motorické kontroly ve sportu, vede k prevenci opakovaných mikrotraumat pohybového aparátu, které jsou častou příčinou vzniklých bolestí.

Pro přesnější objektivizaci vlivu konceptu DNS na kvalitu sensorické percepcce by bylo potřeba provést rozsáhlejší longitudinální, kontrolovanou, slepou randomizovanou studii s citlivějším přístrojovým vybavením pro vyšetření jednotlivých modalit čítí. Domnívám se, že integrace cviků dle konceptu DNS se zaměřením na zlepšení kvality sensorických funkcí sportovců by byla vhodná do tréninkových programů v rámci všech vrcholových sportů, nicméně to je nutné potvrdit dalšími studii.

REFERENČNÍ SEZNAM

AARTUN, Ellen, Jan **HARTVIGSEN**, Niels **WEDDERKOPP**, Lise **HESTBAEK**. Spinal pain in adolescents: prevalence, incidence and course: a school-based two year prospective cohort study in 1,300 Danes aged 11-13. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014, vol. 15, issue 1. DOI: 10.1186/1471-2474-15-187

ALRICSSON, M. The effect of pre-season dance training on physical indices and back pain in elite cross-country skiers: a prospective controlled intervention study. *British Journal of Sports Medicine*. 2004, vol. 38, issue 2, s. 148-153. DOI: 10.1136/bjism.2002.2402.

AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 7. vyd. Praha: Galén, 2011. 351 s. ISBN 978-80-7262-707-3.

AYRES, Jean, A. McAfee, S. & Pediatric Therapy Network. *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*. 1. vydání. Los Angeles: Western Psychological services. 2005. ISBN 978-0874244373.

BOLEK, E., Jan **ILAVSKÝ**, **SOUMAR**, L. *Běh na lyžích, trénujeme s Kateřinou Neumannovou*. Praha: Grada Publishing, 2008, 176 s. ISBN 978-80-247-1371-7.

BUTCHER, Janus D. a Stephen J. **BRANNEN**. Comparison of Injuries in Classic and Skating Nordic Ski Techniques. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 1998, vol. 8, issue 2, s. 88-91. DOI:10.1097/00042752-199804000-00004.

CÍBOCHOVÁ, Renata. Psychomotorický vývoj v prvním roce života. [online]. *Pediatric pro praxi*. 2004, č. 6, s. 291-297. [cit 2015-03-10].

Dostupné z <http://www.solen.cz/pdfs/ped/2004/06/07.pdf>

CIGNETTI, F., F. **SCHENA**, P. G. **ZANONE**, A. **ROUARD**, R. **BUCKLEY**, Hans **EKSTRÖM**, Heikki **RUSKO**, Gerald A. **SMITH**, Heikki **RUSKO**, Ola **RONSEN**, Ola **RONSEN**, Heikki **RUSKO** a Yuri **HANIN**. Dynamics of coordination in cross-country skiing. *Human Movement Science*. 2009, vol. 28, issue 2, s. 176-188. DOI: 10.1002/9780470693834.ch6.

DYRHONOVÁ, Olga, Marcela **ŠAFÁŘOVÁ**. Somatosenzorika a vývojová kineziologie. [online]. In *Interdisciplinární pojetí kineziologie*. Léčebné lázně Bohdaneč, 2009 [cit 2015-03-15]. Dostupné z: www.llb.cz/editor/.../FNM_RHB_-_O_Dyrhonova_M_Safarova.doc

ERIKSSON, K., G. NÉMETH a E. ERIKSSON. Low back pain in elite cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine*. 1996, vol. 6, issue 1, s. 31-35. DOI: 10.1111/j.1600-0838.1996.tb00067.x.

FRANK, Clare, Alena KOBESOVÁ a Pavel KOLÁŘ. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2013, roč. 8, č. 1, s. 62-73.

GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vyd. Praha: Galén, 2005, 890 s. ISBN 80-7262-311-7

GIBBS, J., J. APPLETON a R. APPLETON. Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Archives of Disease in Childhood*. 2007, vol. 92, issue 6, s. 534-539. DOI: 10.1136/adc.2005.088054.

GNAD, Tomáš, Dana PSOTOVÁ. *Běh na lyžích*, Karolinum, Praha, 2005, 151s. ISBN 80-246-0995-9.

HODGES, Paul W. a Carolyn A. RICHARDSON. Inefficient Muscular Stabilization of the Lumbar Spine Associated With Low Back Pain. *Spine*. 1996, vol. 21, issue 22, s. 2640-2650. DOI: 10.1097/00007632-199611150-00014.

HODGES, Paul W. a S. C. GANDEVIA. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*. 2000, vol. 522, issue 1, s. 165-175. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm

HODGES, Paul W., G. Lorimer MOSELEY, A. INDAHL, G. MOSELEY, Thorvaldur Skuli PALSSON, C. DEROSA a C. LOVEJOY. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003, vol. 13, issue 4, s. 141-158. DOI: 10.1016/b978-044310178-6.50011-6.

HOLMBERG, Hans-Christer, Stefan LINDINGER, Thomas STÖGGL, Erich EITZLMAIR, Erich MÜLLER. Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers: a prospective controlled intervention study. *Medicine*. 2005, vol. 37, issue 5, s. 807-818. DOI: 10.1249/01.mss.0000162615.47763.c8.

CHEK, Paul.: *The Inner Unit – A New Frontier in Abdominal Training*. [online]. IAAF Technical Quarterly: New Studies in Athletics, 1999, č. 14, s. 27 – 34. SPORTIS P – 64/01. [cit 2015-02-10]. Dostupné z <http://www.coachr.org/innerunit.htm>.

CHOLEWICKI, Jacek, Manohar M. PANJABI a Armen KHACHATRYAN. Stabilizing Function of Trunk Flexor-Extensor Muscles Around a Neutral Spine

Posture. *Spine*. 1997, vol. 22, issue 19, s. 2207-2212. DOI: 10.1097/00007632-199710010-00003.

ILAVSKÝ, Ján, Aleš SUK. *Abeceda běhu na lyžích, metodický dopis*. Jablonec nad Nisou, 2005, 209s.

INANI, Sumit B. a Sohan P. SELKAR. Effect of core stabilization exercises versus conventional exercises on pain and functional status in patients with non-specific low back pain: A randomized clinical trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2013, č. 26, s. 37–43. DOI 10.3233/BMR-2012-0348.

JAKL, P.: Nevyhýbejte se posilování. *NordicMag*, 2007, č. 4, s. 18 – 20.

KAVCIC, Natasa, Sylvain GRENIER a Stuart M. MCGILL. Quantifying Tissue Loads and Spine Stability While Performing Commonly Prescribed Low Back Stabilization Exercises. *Spine*. 2004, vol. 29, issue 20, s. 2319-2329. DOI: 10.1097/01.brs.0000142222.62203.67.

KOBESOVÁ, Alena a KOLÁŘ, Pavel. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2013, vol. 18, issue 1, s. 23-33. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.04.002.

KOBESOVÁ, Alena, Petra VALOUCHOVÁ a Pavel KOLÁŘ. Dynamic Neuromuscular Stabilization: Exercises based on developmental kinesiology models. In: LIEBENSON, Craig. *Functional Training Handbook*. Philadelphia: Wolters & Kluwer, 2014, s. 25-51.

KOLÁŘ, Pavel. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, roč. 13, č. 4, s. 155-170.

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

KOLÁŘ, Pavel, Alena KOBESOVÁ, Petra VALOUCHOVÁ a Petr BITNAR. Dynamic Neuromuscular Stabilization: treatment methods. In: CHAITOW, Leon, Christopher GILBERT a Dinah BRADLEY. *Recognizing and Treating Breathing Disorders: A Multidisciplinary Approach*. Churchill Livingstone: Elsevier, 2014, 299 s. ISBN 978-0-7020-4980-4.

KOMAN, L. Andrew, Beth Paterson SMITH, Jeffrey S. SHILT. Cerebral palsy. *The Lancet*. 2004, vol. 363 (No. 9421), s. 1619-1631. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16207-7.

KRAČMAR, Bronislav. Využití teorie reflexní lokomoce při kvalitativní analýze sportovní činnosti. *Rehabilitácia*, 2001, č. 3, s. 157 – 170. ISSN 0375-0922.

KRAČMAR, Bronislav. *Kineziologická analýza sportovního pohybu: studie lokomočního pohybu při jízdě na kajaku*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2002, 170 s. ISBN 80-725-4292-3.

KRAČMAR, Bronislav, Martina VYSTRČILOVÁ. *Nové pohledy na pohybové aktivity člověka - II. Přírozený pohyb člověka*. TVSM, 2007, roč. 73, č. 4, s. 2-8.

LAURIDSEN, Henrik, **HESTBAEK**, Lise. Development of the young spine questionnaire: a prospective controlled intervention study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2013, vol. 14, issue 1, s. 807-818. DOI: 10.1186/1471-2474-14-185.

LINDSAY, David M., Willem H. MEEUWISSE, Adam VYSE, Maureen E. MOONEY a Jan SUMMERSIDES. Lumbosacral Dysfunctions in Elite Cross-Country Skiers. *Journal of Orthopaedic*. 1993, vol. 18, issue 5, s. 580-585. DOI: 10.2519/jospt.1993.18.5.580.

LOTZE, Martin a G. Lorimer **MOSELEY**. Role of distorted body image in pain. *Current Rheumatology Reports*. 2007, vol. 9, issue 6, s. 488-496. DOI: 10.1007/s11926-007-0079-x.

MAGNUS, Rudolf a A VAN HARREVELD. *Körperstellung: experimentell-physiologische Untersuchungen über die Einzelnen bei der Körperstellung in tätigkeit tretenden reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen*. Berlin: J. Springer, 1925, xiii, 740 p.

MARIBO, Thomas, Berit SCHIØTTZ-CHRISTENSEN, Lone Donbæk JENSEN, Niels Trolle ANDERSEN a Kristian STENGAARD-PEDERSEN. Postural balance in low back pain patients: criterion-related validity of centre of pressure assessed on a portable force platform. *European Spine Journal*. 2011, vol. 21, issue 3, s. 425-431. DOI: 10.1007/s00586-011-1981-5.

McGILL, Stuart M., Sylvain GRENIER, Natasa KAVCIC a Jacek CHOLEWICKI. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003, vol. 13, issue 4, s. 353-359. DOI: 10.1016/s1050-6411(03)00043-9.

MOLLER, Aage R. *Sensory Systems: Anatomy and Physiology*. 3. vyd. USA: Elsevier Science, 2003, 473 s. ISBN 0-12-504257-4.

MOSELEY, Lorimer G. I can't find it! Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain. *Pain*. 2008, vol. 140, issue 1, s. 239-243. DOI: 10.1016/j.pain.2008.08.001.

OLIVEIRA, Clarissa B., Ítalo R. T. MEDEIROS, Mario G. GRETERS, Norberto A. F. FROTA, Leandro Tavares LUCATO, Milberto SCAFF a Adriana B. CONFORTO. Abnormal sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after stroke. *Clinics*. 2011, vol. 66, issue 12, s. 2043-2048. DOI: 10.1590/s1807-59322011001200008.

ORAVA, S., H. JAROMA, A. HULKKO, Jan ROKYTA, Rudolf CHLAD a Jasper E. SHEALY. Overuse injuries in cross-country skiing. *British Journal of Sports Medicine*. 1985, vol. 19, issue 3, s. 423-423-10. DOI: 10.1520/stp46657s.

PANJABI, Manohar M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 1992, roč. 5, č. 4, s. 383–389. ISSN 0895-0385.

PELLEGRINI, Barbara, Chiara ZOPPIROLI, Lorenzo BORTOLAN, Hans-Christer HOLMBERG, Paola ZAMPARO, Federico SCHENA, U. NIESCHALK a B. DEMES. Biomechanical and energetic determinants of technique selection in classical cross-country skiing. *Human Movement Science*. 2013, vol. 32, issue 6, s. 225-234. DOI: 10.1007/978-3-7091-6914-8_15.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Praha: Grada Publishing, 2007. 352 s. ISBN 978-80-247-1135-5.

RAGÉ, Michael, Nathalie ACKER, Michiel W. M. KNAAPEN, Maarten TIMMERS, Johannes STREFFER, Michel P. HERMANS, Christian SINDIC, Theo MEERT a Léon PLAGHKI. Asymptomatic small fiber neuropathy in diabetes mellitus: investigations with intraepidermal nerve fiber density, quantitative sensory testing and laser-evoked potentials. *Journal of Neurology*. 2011, vol. 258, issue 10, s. 1852-1864. DOI: 10.1007/s00415-011-6031-z.

SCHWIRTZ, Ansgar. *Bewegungstechnik und muskuläre Koordination beim Skilanglauf*. Köln: Sport und Buch Strauß GmbH, 1992, 158 s. ISBN 978-3890010380.

TAIMELA, Simo, Markku KANKAANPÄÄ a Satu LUOTO. The Effect of Lumbar Fatigue on the Ability to Sense a Change in Lumbar Position. *Spine*. 1999, vol. 24, issue 13. DOI: 10.1097/00007632-199907010-00009.

VÉLE, František, et al. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VOJTA, Václav a Annegret **PETERS**. *Vojtův princip*. 1. české vydání. Praha: Grada Publishing, 1995, 184 s. ISBN 80-7169-004-X.

WAND, Benedict Martin, **O'CONNELL**, Neil Edward. Chronic non-specific low back pain – sub-groups or a single mechanism?: Current state of the art and implications for clinical practice. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008, vol. 9, issue 1, s. 15-20. DOI: 10.1186/1471-2474-9-11.

WAND, Benedict Martin, Flavia Di **PIETRO**, Pamela **GEORGE** a Neil E. **O'CONNELL**. Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: a preliminary investigation. *Physiotherapy*. 2010, vol. 96, issue 4, s. 317-323. DOI: 10.1016/j.physio.2010.02.005.

WAND, Benedict Martin, Luke **PARKITNY**, Neil Edward **O'CONNELL**, Hannu **LUOMAJOKI**, James Henry **McAULEY**, Michael **THACKER** a G. Lorimer **MOSELEY**. Cortical changes in chronic low back pain: Current state of the art and implications for clinical practice. *Manual Therapy*. 2011, vol. 16, issue 1, s. 15-20. DOI: 10.1016/j.math.2010.06.008.

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Střídavý běh dvoudobý..... | 14 |
| Obrázek 2 Bruslení dvoudobé se symetrickým pohybem paží | 15 |
| Obrázek 3 Bruslení dvoudobé s asymetrickým pohybem paží | 16 |
| Obrázek 4 Semmesovo-Weinsteinovo filamentum | 34 |
| Obrázek 5 Tip Therm..... | 34 |
| Obrázek 6 Tužka pro grafestezií | 35 |
| Obrázek 7 Posuvné měřítko | 35 |
| Obrázek 8 Ladička | 36 |
| Obrázek 9 Poloha 3. měsíce vleže na zádech | 38 |
| Obrázek 10 Poloha 3. měsíce vleže na břicho..... | 39 |
| Obrázek 11 Pozice na čtyřech..... | 40 |
| Obrázek 12 Graf č. 1 zobrazuje lineární růst počtu rozpoznávaných čísel u testované skupiny v průběhu 2 měsíců | 43 |
| Obrázek 13 Graf č. 2 zobrazuje lineární klesání počtu rozpoznávaných čísel u kontrolní skupiny v průběhu 2 měsíců | 44 |
| Obrázek 14 Graf č. 3 zobrazuje lineární klesání vzdálenosti rozpoznání dvou bodů u testované skupiny v průběhu 2 měsíců | 45 |
| Obrázek 15 Graf č. 4 zobrazuje lineární růst vzdálenosti rozpoznání dvou bodů u kontrolované skupiny v průběhu 2 měsíců | 45 |
| Obrázek 16 Graf č. 5 zobrazuje lineární růst hodnot naměřených ladičkou u testované skupiny v průběhu 2 měsíců | 47 |
| Obrázek 17 Graf č. 6 zobrazuje lineární klesání hodnot naměřených ladičkou u kontrolní skupiny v průběhu 2 měsíců..... | 47 |
| Obrázek 18 Graf č. 7 porovnání výsledků grafestezie mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců | 49 |
| Obrázek 19 Graf č. 8 porovnání výsledků dvoubodové diskriminace mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců..... | 49 |
| Obrázek 20 Graf č. 9 porovnání výsledků vibračního čítí mezi testovanou a kontrolní skupinou v průběhu 2 měsíců | 50 |
| Obrázek 21 Graf č. 10 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu grafestezie | 51 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 22 Graf č. 11 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu dvoubodové diskriminace..... | 51 |
| Obrázek 23 Graf č. 12 okamžitý efekt cvičení dle konceptu DNS na kvalitu vibračního čítí | 52 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Deskriptivní charakteristika testované a kontrolní skupiny..... | 41 |
| Tabulka 2 Kvalita grafestezie v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny..... | 43 |
| Tabulka 3 Kvalita dvoubodové diskriminace v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny..... | 44 |
| Tabulka 4 Kvalita vibračního cití v průběhu 2 měsíců u testované a kontrolní skupiny | 46 |
| Tabulka 5 Rozdíly výsledků v čase - testovaná vs. kontrolní skupina | 48 |
| Tabulka 6 Frekvence a intenzita bolestí krční, hrudní a bederní páteře u testované a kontrolní skupiny před a po ukončení studie | 53 |

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|--|----|
| Příloha č. 1 Dotazník Young spine questionnaire..... | 76 |
| Příloha č. 2 Silový trénink běžců na lyžích, zařazených do této studie | 81 |

PŘÍLOHY

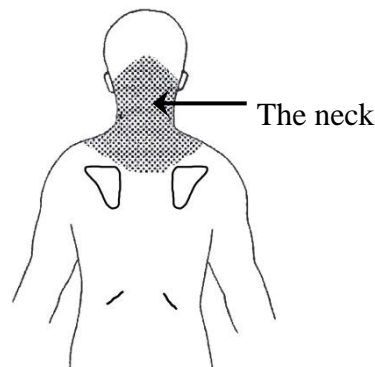
Příloha č. 1 Dotazník Young spine questionnaire

English version of the 'Young Spine Questionnaire'

Name _____ Class _____

This questionnaire is related to the spine and neck. Use only one cross (X) to answer each question. If none of the answers are suitable, place your cross by the answer that is best suited.

1. The neck is shown in the picture

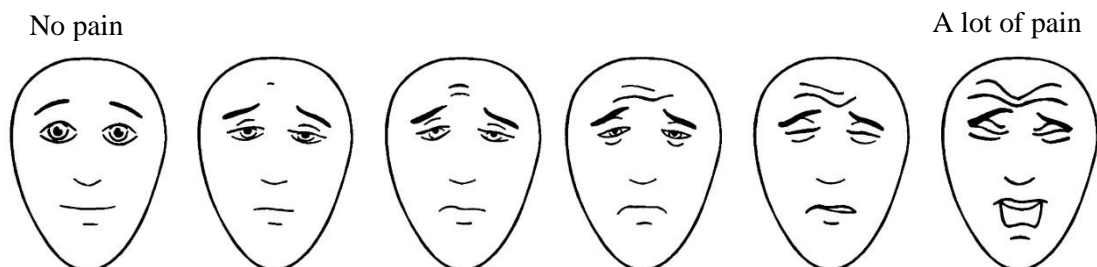


Person seen from behind

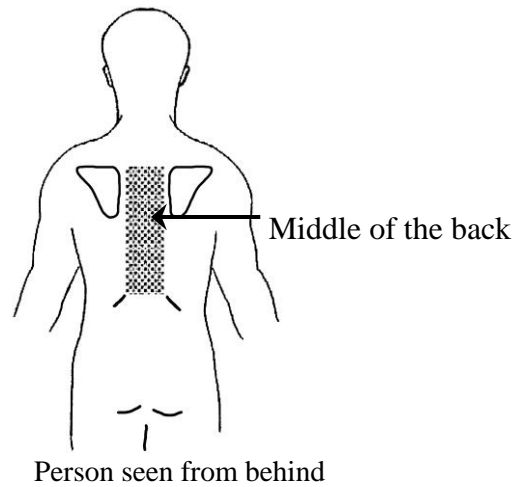
- 1a. Have you had pain in the neck? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never
- 1b. Have you had neck pain in **the last week**? Yes
 No
- 1c. Have you had neck pain **today**? Yes
 No

The faces below show how much something can hurt. The pain ranges from 'No pain' to 'A lot of pain'.

- 1d. Put a cross (X) on the face which shows how much pain you have had in the neck when it was worst.

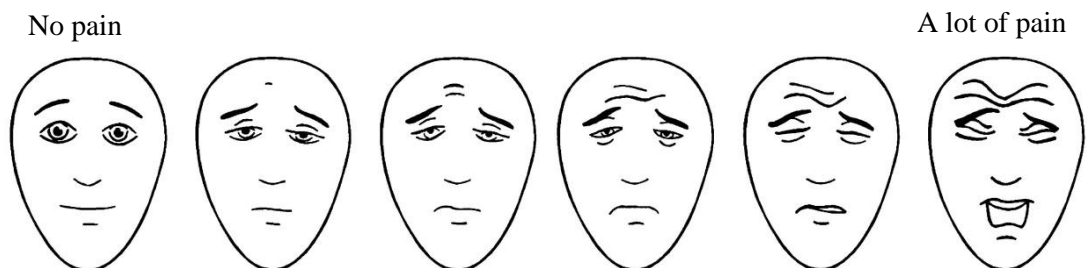


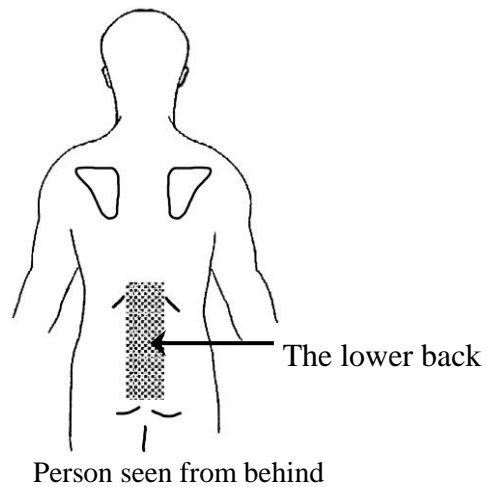
2. The middle of the back is shown in the picture.



- 2a. Have you had pain in the middle of the back? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never
- 2b. Have you had pain in the middle of the back in **the last week**? Yes
 No
- 2c. Have you had pain in the middle of the back **today**? Yes
 No

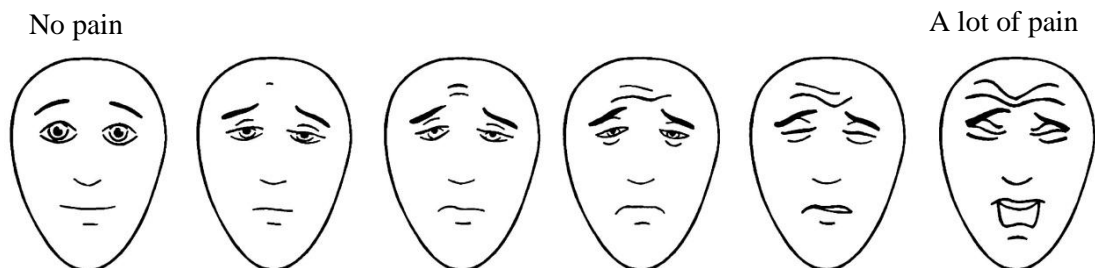
- 2d. Put a cross (X) on the face which shows how much pain you have had in the middle of the back when it was worst.



3. The lower back is shown in the picture.

- 3a. Have you had pain in the lower back? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never
- 3b. Have you had pain in the lower back in **the last week**? Yes
 No
- 3c. Have you had pain in the lower back **today**? Yes
 No

- 3d. Put a cross (X) on the face which shows how much pain you have had in the lower back when it was worst.







4. School, recreation and treatment









- 4a. Have you stayed home from school because of neck or back pain? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never
- 4b. Has neck or back pain sometimes stopped you from doing sports? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never
- 4c. Have you been to a doctor, chiropractor or physiotherapist because of neck or back pain? Often
 Once in a while
 Once or twice
 Never





5. The family

- 5a. Has your **father** or stepfather ever had back or neck pain? Yes
 No
- 5b. If he has, has it kept him home from work? Often
 Once in a while
 Never
- 5c. Has your **mother** or stepmother ever had back or neck pain? Yes
 No
- 5d. If she has, has it kept her home from work? Often
 Once in a while
 Never

Příloha č. 2 Silový trénink běžců na lyžích, zařazených do této studie

| | | | | | | | |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| <p>Benchpress</p> <p>Základní poloha je s chodidly na lavičce a bederní páteří přitlačenu k lavici. Zvládáme-li mít bedra přitlačena možno nohy zvednout vzhůru. Dolů nádech nahoru výdech.</p> |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. | | | |
| <p>Mrtvý tah</p> <p>Činka by měla být nad špičkou nohy, kolena by při podřepu neměla přesahovat špičky. S rovnými zády se zvedáme do stoje. Chybou jsou kulatá záda. Chodidla na šíři pánve.</p> |  | | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. | | |
| <p>Shyby</p> <p>Úchop nadhmatem shruba na šíři ramen. Z visu do shybu bez švihů a pomocných pohybů nohou.</p> |  | | | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. | |
| <p>Výpad vpřed</p> <p>Ze stoje střídavé výpady levou a pravou nohou vpřed s odrazem zpět do výchozího postoj. Koleno by mělo být relativně kolmo k zemi. Udržet rovná záda.</p> |  | | | | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| série | 3 | | | | | | |
| opakování | 10 | | | | | | |
| váha | 40 | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | | | | | | | |
| opakování | | | | | | | |
| váha | | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | | | | | | | |
| opakování | | | | | | | |
| váha | | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | | | | | | | |
| opakování | | | | | | | |
| váha | | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | 3 | | | | | | |
| opakování | 10 | | | | | | |
| váha | x | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | | | | | | | |
| opakování | | | | | | | |
| váha | | | | | | | |
| dat. | | | | | | | |
| série | | | | | | | |
| opakování | | | | | | | |
| váha | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|--|-----------------|-----------|-------|
| <p>Výpad vzad</p> <p>Ze stoje výpad vzad střídavě L a P noha. Hlavní práci vykonává přední noha (dřep). Rovná záda.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 10 |
| | | | | váha | 2x10 |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |
| <p>(Po)Dřep s činkou</p> <p>Rovný stoj činka na ramenou. Chodidla na šíři pánve, špičky mírně odsebe. Udržujeme rovná záda. Kolena tlačíme od sebe, neměla by jít přes špičku. Varianty podřep, dřep, hluboký dřep.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 10 |
| | | | | váha | 20 |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |
| <p>Přemístění od pasu</p> <p>Vzpřímený stoj s činkou u pasu. Provedeme přemístění na ramena a rovnou do vzpažení a zpět.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 10 |
| | | | | váha | 20 |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |
| <p>Stahování hor. kladky</p> <p>Sed v záklonu s nohami na opěrce, rovná záda. Široký úchop nadhmatem. Cvičení začneme stažením ramen dolů. Poté začneme přitahovat žerd' hrudní kosti. Měli bychom cítit stahování lopatek k sobě.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 15 |
| | | | | váha | 20 |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |

| | | | | | |
|---|---|--|-----------------|-----------|-------|
| <p>Kliky na bradlech</p> <p>Při kliku na bradlech by nám neměli propadnout ramena.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 10 |
| | | | | váha | x |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |
| <p>Výstupy na lavičku</p> <p>Jedna noha na lavičce. Výstup vzhůru, vystřídání nohou a opět dolů. Hlídat rovný trup. Možno zapojit střídavý pohyb paží.</p> |  |  | ZÁZNAM TRÉNINKU | dat. | 15.5. |
| | | | | série | 3 |
| | | | | opakování | 10 |
| | | | | váha | 2x5 |
| | | | | dat. | |
| | | | | série | |
| | | | opakování | | |
| | | | váha | | |