

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Ovlivnění maximálního výkonu na kajakářském trenážeru
metodou Dynamické neuromuskulární stabilizace u
rychlostních kajakářů**

Disertační práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Vypracoval:

Mgr. Pavel Davídek

Praha, 2020

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

V Praze, dne

.....

Mgr. Pavel Davídek

Podpis

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své disertační práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Na prvním místě bych rád poděkoval Doc. MUDr. Aleně Kobesové, Ph.D. za podnětné rady a hodnotnou pomoc při zpracování této práce. Děkuji také Prof. Rossu Andelovi, Ph.D. za konzultace týkající se statistického zpracování naměřených dat. Díky také patří i mé přítelkyni a rodině, kteří mě při vytváření této práce trpělivě podporovali

Abstrakt

ÚVOD: Předkládaná disertační práce se zabývá vlivem Dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS) na maximální výkon měřený na kajakářském ergometru a na omezení horní končetiny měřené dotazníkem DASH. Cílem studie bylo zjistit, zda zlepšení kvality trupové stabilizace ovlivní sportovní výkon a sníží omezení horní končetiny u vrcholových rychlostních kajakářů.

METODA: Cílovou populací byli muži a ženy, rychlostní kajakáři ve věku 17 až 25 let. 30 vrcholových rychlostních kajakářů bylo randomizovaně rozděleno do experimentální skupiny (skupina A) a kontrolní skupiny (skupina B). Při výzkumu byl použit cross over design, kdy experimentální skupina zařadila do posezónního tréninku nácvik trupové stabilizace dle konceptu DNS. Kontrolní skupina se věnovala pouze běžnému kajakářskému tréninku. Po 6 týdnech se skupiny vyměnily a integrace DNS do kajakářského tréninku probíhala u dosud neintervenovaných jedinců (skupina B). U všech probandů byl před začátkem, po 6 týdnech a na konci studie změřen maximální výkon na kajakářském trenažeru a míra omezení horní končetiny hodnocené standardizovaným dotazníkem DASH.

VÝSLEDKY: Maximální výkon na kajakářském trenažeru se u experimentální skupiny (skupina A) na konci první fáze nesignifikantně zvýšil z iniciálních 5,63 (SD +/- 1,26) na 6,42 (SD +/- 1,23) W/kg ($p = 0,103$) a u kontrolní skupiny (skupina B) se nesignifikantně zvýšil z původních 5,49 (SD +/- 1,33) na 5,57 (SD +/- 1,19) W/kg ($p = 0,875$). Na konci druhé fáze se maximální výkon u experimentální skupiny (skupina B) nesignifikantně zvýšil z 5,57 (SD +/- 1,19) na 6,02 (SD +/- 1,23) W/kg ($p = 0,348$) a u kontrolní skupiny (skupina A) se nesignifikantně snížil z 6,42 (SD +/- 1,23) na 5,96 (SD +/- 1,38) W/kg ($p = 0,362$). Před začátkem studie nebyl v žádném parametru statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Na konci první a druhé fáze nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinami v maximálním výkonu. Subjektivně hodnocená míra omezení horní končetiny se v první fázi u experimentální skupiny (skupina A) signifikantně zlepšila z 14,23 (SD +/- 7,82) bodů na 7,88 (SD +/- 3,90) bodů ($p = 0,011$) a u kontrolní skupiny (skupina B) se nesignifikantně zlepšila z 16,35 (SD +/- 9,31) bodů na 14,03 (SD +/- 9,38) bodů ($p = 0,533$). V druhé fázi došlo u tohoto parametru ke nesignifikantnímu zlepšení u experimentální skupiny (skupina B) z 14,03 (SD +/- 9,38) na 9,9 (SD +/- 8,39) bodů ($p = 0,249$).

ZÁVĚR: Integrace nácviku trupové stabilizace dle DNS do rutinního sportovního tréninku má pozitivní efekt na sportovní výkon a míru omezení horní končetiny u vrcholových rychlostních kajakářů.

Klíčová slova

Dynamická Neuromuskulární Stabilizace (DNS), rychlostní kanoistika, maximální výkon, kajakářský ergometr, trupová stabilizace, sportovní trénink

Abstract

INTRODUCTION: The aim of this thesis is to identify the effect of trunk stabilization training based on Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) on maximum kayak ergometer power output and reported self-disability in the shoulder girdle area.

METHOD: Thirty flatwater kayakers of both genders (17 - 25 years old) were randomly divided into two groups. Crossover design was used for this study. Subjects in the experimental group (group A) integrated DNS exercises into standard flatwater training during the first phase. The control group (group B) conducted only common flat water training at the same time. After 6 weeks, the groups were switched. Then group B underwent the same DNS exercise with the same intensity and the same time. The intervention was the same for both phases and took 6 weeks. Group A performed only standard off-season training during the second phase. The maximum power output on kayak ergometer was measured three times (before study, after 6 weeks and after 12 weeks). Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) were analyzed at the same time.

RESULTS: Initially, no significant differences in maximum power output on kayak ergometer and the DASH questionnaire score were identified between the groups. During the first phase the experimental group (group A) improved the maximum power output on kayak ergometer by 14,11 % and improved the ability of the upper girdle area by 44,65 %. The control group (group B) increased the maximum power output on kayak ergometer by 1,32 % and improved the ability of the upper girdle area by 14,19 %. The Repeated measures analysis of variance showed that the experimental group improved significantly compared to the control group on the DASH questionnaire score ($p = 0,033$), but not in the maximum power output on kayak ergometer ($p = 0,079$). Group B increased the maximum power output on kayak ergometer by 8,08 % and improved the DASH questionnaire score by 29,44 % during the second phase.

CONCLUSION: DNS-based trunk stabilization training can improve athletic performance and reduce disability of the upper girdle area of elite flat water kayakers.

Keywords

Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS), flat water kayaking, maximum power output, core stabilization, sport training

Bibliografický záznam

DAVÍDEK, P. Ovlivnění maximálního výkonu na kajakářském trenažéru metodou Dynamické neuromuskulární stabilizace u rychlostních kajakářů. Praha, 2020, 79 s. Disertační práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu UK. Vedoucí práce Alena Kobesová.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	12
1.1 RYCHLOSTNÍ KANOISTIKA	12
1.1.1 Zranění v rychlostní kanoistice	13
1.1.2 Analýza pohybu během kajakářského záběru	16
1.2 OVLIVNĚNÍ SPORTOVNÍHO VÝKONU TRÉNINKEM TRUPOVÉ STABILIZACE	19
1.3 TRUPOVÁ STABILIZAČNÍ FUNKCE	22
1.3.1 Stabilizační funkce páteře dle McGilla	24
1.3.2 Stabilizační funkce páteře dle Hodgese	25
1.3.3 Stabilizační funkce páteře dle Koláře	27
1.4 DYNAMICKÁ NEUROMUSKULÁRNÍ STABILIZACE	29
1.4.1 Obecné zásady při nácviku trupové stabilizace dle konceptu DNS	30
1.4.1.1 Zlepšení dynamiky hrudního koše.....	30
1.4.1.2 Dosažení napřimění páteře.....	31
1.4.1.3 Nácvik posturálního dechového stereotypu a správné funkce bránice.....	31
1.4.1.4 Nácvik posturální stabilizace páteře v modifikovaných polohách	31
1.5 KAJAKÁŘSKÝ ERGOMETR	32
1.5.1 Vědecké využití kajakářského ergometru	32
1.5.2 Nejčastější typy kajakářských ergometrů	34
1.5.2.1 Dansprint.....	34
1.5.2.2 K1 Trainer.....	36
1.5.3 Vybrané zátěžové testy u rychlostních kajakářů	36
1.6 DOTAZNÍK DASH	38
1.6.1 DASH - speciální sportovní část	39
2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	40
2.1 CÍL PRÁCE	40
2.2 VĚDECKÁ OTÁZKA	40
2.3 HYPOTÉZY	40
3 METODIKA	41
3.1 METODICKÝ PRINCIP	41
3.2 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	41
3.3 PRŮBĚH VÝZKUMU	42
3.4 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT	47
4 VÝSLEDKY	48
4.1 VÝSLEDKY MAXIMÁLNÍHO VÝKONU NA KAJAKÁŘSKÉM ERGOMETRU	48
4.2 VÝSLEDKY DOTAZNÍKU DASH	50
5 DISKUZE	52
6 ZÁVĚŘ	63
REFERENČNÍ SEZNAM	64
SEZNAM OBRÁZKŮ	77
SEZNAM TABULEK	78
SEZNAM GRAFŮ	79
PŘÍLOHY	80

SEZNAM ZKRATEK

BMI – body mass index, index tělesné hmotnosti

cm – centimetr, jednotka vzdálenosti

CNS - centrální nervový systém

d – size efekt dle Cohena

DASH - Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, omezení paže, ramene a ruky

DNS - Dynamická neuromuskulární stabilizace

Exp.- experimentální skupina

H – hypotéza

K1 – kajak pro jednotlivce

kg – kilogram, jednotka hmotnosti

km/h – kilometr za hodinu, jednotka rychlosti

Kont. – kontrolní skupina

m – metr, jednotka vzdálenosti

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

mm HG – milimetr rtuťového sloupce

m/s – metr za sekundu, jednotka rychlosti

N – počet členů ve skupině

ot. /min – otáčky za minutu

p – P-value, pravděpodobnost chyby

s – sekunda, jednotka času

SET – sling exercise training, cvičení v závěsu

Th - thorakolumbální

VO₂ max – maximální spotřeba kyslíku

W - wat, jednotka výkonu

ÚVOD

Rychlostní kanoistika patří v České republice mezi podporované sporty čemuž odpovídá počet osob, které se tomuto sportu věnují a výsledky, jakých čeští reprezentanti dosahují na mezinárodních závodech. Také celosvětově je parný stoupající trend tohoto sportu, což je vidět na celé řadě investic do sportovního vybavení. V posledních letech také vzrostl počet publikovaných studií zabývajících se různými oblastmi rychlostní kanoistiky. Řada studií se věnuje metodice tréninku, nejvíce studií se však zaměřuje na zranění rychlostních kajakářů.

Vzájemný vztah kvality globálních posturálních vzorů a sportovního výkonu je znám už řadu let. Přestože se při jízdě na kajaku dominantně zapojují horní končetiny a často vyskytují bolestivé syndromy ramenního pletence, nácvik a posílení trupové stabilizace stále nejsou do vrcholové sportovní přípravy rychlostních kajakářů dostatečně zařazeny. Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS) je rehabilitační koncept vycházející z vývojové kineziologie zaměřený na nácvik trupové stabilizace. Prostřednictvím DNS tak aktivuje svaly v jejich posturální funkci. Cílem tedy není posílení svalů jako je tomu při analytickém cvičení v posilovně, ale vytvoření dostatečné a kvalitní stabilizace trupu, která je základním předpokladem pro optimální funkci svalů, které samotný sportovní pohyb provádějí. Integrací cviků dle DNS do sportovní přípravy rychlostních kajakářů chceme snížit funkční omezení a bolestivé syndromy horní končetiny z přetížení a prokázat významnou roli trupové stabilizace na sportovní výkon. Studie zaměřené na nácvik trupové stabilizace u rychlostních kajakářů však chybí. Tomuto tématu jsem se věnoval už ve své diplomové práci (Davídek, 2014). Pro výzkum doktorského studia byl však proveden úplně nový, rozsáhlejší výzkum jak z hlediska výzkumného souboru tak z hlediska metodiky.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

V teoretické části je popsána rychlostní kanoistika jako sport. Zaměřili jsme se na nejčastější zranění v rychlostní kanoistice a na průběh pohybu během kajakářského záběru. V teoretické části jsme dále popsali trupovou stabilizační funkci a její vliv na sportovní výkon u různých sportů. Popisujeme koncept Dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS) a jeho základní principy. Teoretický přehled obsahuje popis kajakářských trenažérů. Blíže se zaměřujeme na dánský typ Dansprint, který byl v rámci této studie použit. Poslední kapitola teoretické části se zabývá dotazníkem DASH, který hodnotí omezení horní končetiny při provádění běžných činností. Popsaný dotazník jsme použili v našem výzkumu.

1.1 Rychlostní kanoistika

Jízda na kajaku a na kánoi jsou dva sporty, které mají svůj původ v Severní Americe. Původní obyvatelé Ameriky, Kanady a Eskymáci vytvořili a používali kajaky a kánoe k rybolovu, dopravě a obchodu. Kajaky a kánoe hrály důležitou roli v historii Kanady. Kolonizátoři přizpůsobili jejich používání k obchodování a pomohli jim tak k rychlejšímu rozvoji (Muir et al., 2011).

Rychlostní kanoistika je tradiční, letní sport, kterému se na závodní úrovni věnuje stále větší množství lidí. V tomto sportu převažuje zejména zatížení horních končetin a trupu, kde během pádlování dochází k dominantnímu zapojování svalů pletenců horních končetin (Heller & Vodička, 2012).

Při jízdě na rychlostním kajaku je loď poháněna pomocí dvoulistového pádla. Závodníci v rychlostním kajaku sedí s pokrčenýma nohama, chodidla jsou opřena o příčku, kde je umístěno kormidlo, kterým mohou závodníci korigovat směr jízdy (Bílý et al., 2000). Dolní končetiny hrají důležitou roli z hlediska stability během jízdy a tvoří oporu pro trup a horní končetiny.

V závodním podání je cílem rychlostní kanoistiky za pomoci lodě a pádla co nejrychleji absolvovat stanovenou závodní trať na klidné netekoucí vodě. Zmíněného cíle je dosahováno za pomoci sportovního tréninku, který je zaměřený na rozvoj síly, rychlosti a vytrvalosti. Právě rozvoj svalové síly a kardiovaskulárního výkonu bývá častou náplní sportovního tréninku u rychlostních kajakářů v praxi (Bílý et al., 2000).

Z hlediska zátěžové fyziologie je rychlostní kanoistika obecně řazena mezi aerobní i anaerobní zátěž, která se vzájemně kombinuje v závislosti na délce závodní tratě (Heller & Vodička, 2005). Dle Hellera a Vodičky (Heller & Vodička, 2012) dosahují vrcholoví rychlostní kajakáři během závodu vrcholové úrovně spotřeby kyslíku, která je doplněna vysokou anaerobní kapacitou.

Rychlostní kanoistika je zařazena do programu Olympijských her od roku 1936. Soutěže v rychlostní kanoistice se od roku 1913 pravidelně konají v Čechách. Mistrovství světa v rychlostní kanoistice se koná každý rok s výjimkou roku, v kterém se konají Olympijské hry. V roce 1958 a v roce 2017 se v České republice pořádalo seniorské mistrovství světa, kterého se zúčastnilo 70 zemí. Mezi české olympijské vítěze patří: Brzák, Syrovátka, Motl, Škrland, Holeček, Čapek, Kudrna a Doktor (Bílý et al., 2000).

1.1.1 Zranění v rychlostní kanoistice

Zranění sportovce má z pravidla negativní vliv na sportovní výkon, což může vést k nucenému ukončení tréninku a soutěže. Sportovní fyzioterapie tak čelí výzvě, která spočívá v přesné diagnostice sportovních úrazů, včasné a efektivní rehabilitaci a v rychlém obnovení omezené funkce (Hensel et al., 2008).

Častou příčinou poranění u rychlostních kajakářů jsou mikrotraumata, která vznikají pravděpodobně následkem přetížení, tření nebo extrémní cyklické zátěže lokalizované pouze na jednom místě těla. Vzhledem k velkému zájmu o špičkové výkony sportovci podstupují velké tréninkové dávky bez odpočinku, což vytváří chronickou zánětlivou reakci, která následně vyústí ve zranění. Ve většině případů dochází ke zkrácení doby rekonvalescence a sportovec se vrací do tréninkového procesu jakmile nastane úleva od příznaků a jakmile se alespoň částečně navrátí ztracená funkce. Tento faktor zvyšuje riziko nového zranění a především recidivy. Na vzniku zranění se podílejí ještě další rizikové faktory, kam řadíme individuální fyzické a psychosociální charakteristiky. Konkrétně se jedná o vnitřní faktory jako jsou svalové dysbalance, únava, nedostatek pružnosti a svalová slabost. Dále se na vzniku zranění podílejí i vnější faktory kam řadíme například přírodní podmínky, okolní teplotu, nesprávnou techniku pádlování nebo tréninkové zvláštnosti (Hensel et al., 2008).

Přestože rychlostní kanoistika není kontaktní sport, dochází při pádlování na kajaku převážně ke zranění muskuloligamentózního aparátu. Většina autorů (Abraham & Stepkovitch, 2012; Hagemann et al., 2004; Johansson et al., 2016) se shoduje v názoru,

že poranění u kajakářů bývá lokalizováno na horních končetinách. Z celkového počtu evidovaných zranění se poranění ramenního kloubu objevuje u 50 % kajakářů (Johansson et al., 2016), což je dvakrát častěji než bolesti zad, jejichž četnost je 25% (Hagemann et al., 2004; Kameyama et al., 1999). Příčinou obtíží v oblasti kajakářského ramene bývá funkční porucha, která vyústí v strukturální nález. Druhá nejčastější příčina zranění u rychlostních kajakářů je bolest v oblasti bederní páteře. Tyto bolesti jsou v mnoha případech způsobené spondylolýstézou, myofasciální příčinou, spondylózou nebo hernií intervertebrálního disku (Kameyama et al., 1999). V podrobném výčtu nemůžeme opomenout zánět šlach extenzorů zápěstí, jehož incidence se vyskytuje kolem 20 % (du Toit et al., 1999). Toto poranění se objevuje zejména u kajakářů, kteří se specializují na delší distance, kde často pádlují v obtížnějších podmínkách především ve vlnách. Dufková (Dufková, 2011) dodává, že velmi častou zdravotní komplikací je také blokáda hrudní páteře a s tím pak spojená blokáda žeber.

Poranění ramenního kloubu u rychlostních kajakářů je velmi časté. Téměř polovina kajakářů měla v uplynulém roce bolesti ramene (Johansson et al., 2016). Nejčastěji se jedná o impingement syndrom, bicipitální tendonitidu a glenohumerální dislokaci na rozdíl od ruptury rotátorové manžety, která se vyskytuje méně často (Hagemann et al., 2004). Řada autorů udává (Hagemann et al., 2004; Johansson et al., 2016; Muir et al., 2011) , že impingement syndrom je častým zdrojem tréninkového omezení nebo vynechání soutěže. V kombinaci s přetížením může vést k vážnému poranění ramene. Tuto problematiku zkoumal podrobněji Pelham (Pelham et al., 1995), který zavedl termín „kajakářské rameno“. Jedná se o poranění měkkých tkání, což zahrnuje impingement syndrom, bicipitální tendonitidu a subakromiální bursitidu. Predisponujícím faktorem kajakářského ramene je podle Pelhama hypertrofie muskulotendinózních struktur rotátorové manžety v subakromiálním prostoru.

Z biomechanického pohledu je příčinou bolestivého ramene u rychlostních kajakářů změna skapulohumerální kinetiky. Při kajakářském záběru během fáze tahu, kdy je pádlo takřka ve vertikální pozici taženo vodou je humerus svrchní horní končetiny v největší flexi, abdukci a vnitřní rotaci. To minimalizuje subakromiální prostor. Za fyziologické situace je lopatka při pádlování v zevní rotaci a retrakci, což je postavení, které zvětšuje subakromiální prostor (Hagemann et al., 2004). Pokud však dojde k protrakci lopatky a k omezení zevní rotace, subakromiální prostor se zmenšuje, tuberculum majus humeri se opírá do anterio-inferiorní hrany akromia a naráží tak do

šlachy m. supraspinatus (Abraham & Stepkovitch, 2012; Johansson et al., 2016; Wassinger et al., 2011). Navíc nadměrná hypertrofie m. supraspinatus a anatomické abnormality jako akromiální ostruhy redukuje subakromiální prostor ještě více (Pelham et al., 1995).

Skapulohumerální dyskinéze je způsobena mimo jiné sníženou aktivitou m. serratus anterior, jehož funkcí je rotace lopatky. Snížená aktivita tedy vede k menší zevní rotaci lopatky. Omezení skapulární kinetiky může být také zhoršeno zvětšenou hrudní kyfózou páteře. Tyto změny se projevují zmenšením subakromiálního prostoru a zvýšenou aktivitou horní části m. trapezius (Abraham & Stepkovitch, 2012). Stejně tak omezený rozsah pohybu v ramenním kloubu do vnitřní i zevní rotace následkem kajakářského tréninku se negativně projevuje na skapulohumerální kinetice. Silový trénink v posilovně v kombinaci s intenzivním tréninkem na vodě může vést k omezení rozsahu pohybu v ramenním kloubu do zevní a vnitřní rotace (Johansson et al., 2016).

Porucha skapulohumerálního rytmu se v mnoha případech projeví impingement syndromem ramenního kloubu, ale může také dojít k tendinitidě dlouhé šlachy bicepsu, která se odírá o sulcus intertubercularis. V důsledku toho může dojít až k ruptuře této šlachy (Hensel et al., 2008; Pelham et al., 1995).

Další biomechanickou příčinou bolesti v ramenním kloubu je subluxace hlavice humeru, která je způsobená opakovanými extrémními silami soustředěnými do oblasti glenohumerálního kloubu. Při pádlování k takovému mechanismu dochází. Pokud tělo není schopno kompenzovat tyto síly, dochází k ztenčení měkkých tkání v oblasti ramenního kloubu, což umožňuje přední subluxaci. Tyto změny jsou zpočátku kompenzovány zvýšenou aktivitou dynamických fixátorů glenohumerálního kloubu, ale dlouhá namáhavá aktivita může dynamické fixátory přetížit a hlavice humeru poté subluxuje anteriorně. Následuje náraz hlavice humeru do akromia, který utlačuje šlachy svalů rotátorové manžety. Výsledkem je pak impingement syndrom ramenního kloubu (Kameyama et al., 1999). Náraz hlavice nejvíce postihuje šlachy m. supraspinatus, ale hlavice může také mechanicky dráždit šlachy m. biceps brachii, subakromiální burzu nebo dokonce akromioklavikulární kloub. Náraz hlavice humeru do měkkých struktur akromia může vzniknout také sekundárně, kdy následkem bolesti dochází k inhibici a tedy oslabení svalů rotátorové manžety, které selhávají ve své funkci centrace hlavice humeru, což vede k dalšímu zúžení subakromiálního prostoru a dráždění měkkých struktur (Hagemann et al., 2004).

Ramenní pletenec a oblast hrudníku jsou místa s největším výskytem funkčních svalových spazmů, které jsou vzniklé v důsledku přetížení. Svalové spazmy také vznikají v důsledku velkých silových nároků na tyto svaly při pádlování. Dalším aspektem nadměrného zatížení těchto oblastí může být pozice sedu, kterou využívají sportovci při jízdě na kajaku. Při sedu v kajaku se pánev dostává do antevertze, což prohlubuje hrudní kyfózu páteře. Taková postura klade větší nároky na svaly ramenního pletence (Hensel et al., 2008).

V některých případech mohou být bolesti ramenního kloubu při pádlování spojeny se subakromiální bursitidou. Toto onemocnění vzniká v důsledku repetitivní abdukce a vnitřní rotace ramene během kajakářského záběru na svrchní horní končetině, což vyvolává tření v této oblasti a následné podráždění burzy vede k zánětu a bolesti (Pelham et al., 1995).

1.1.2 Analýza pohybu během kajakářského záběru

Pádlování na kajaku je cyklický pohyb jehož prvky se shodují s principy vývojové kineziologie jsou tedy obsaženy ve Vojtově reflexní lokomoci a také v Dynamické neuromuskulární stabilizaci. V této kapitole podrobněji popíšeme kajakářský záběr a budeme hledat podobnost vrozených globálních pohybových vzorů s pádlováním na kajaku, tedy s lidskou lokomocí zprostředkovanou zejména horními končetinami a trupem (Kračmar, 2002). Této podobnosti se dá využít například při motorickém učení, čím více se charakter nového učeného pohybu blíží geneticky podmíněným stereotypům, tím bude proces motorického učení snazší a kratší. Véle (Véle, 2007) to připodobňuje k jakýmsi získaným genetickým kolejm, které naznačují možný motorický vývoj jedince.

Při záběru na lodi se punctum fixum nachází až na ploše zabírajícího pádla, je tedy přeneseno přes úchop žerdi. Tvar listu pádla má přesně definované úhlové poměry tak, aby pohyb zabírající ruky mohl být proveden v centrovaném postavení kloubů (Kračmar, 2002).

Při pádlování na kajaku je rovnováha nejlépe kontrolována v době kontaktu listu pádla s vodou, což je v době provádění vlastního záběru. K převrácení dochází při ztrátě opory, tedy v okamžiku, kdy je pádlo neseno vzduchem. Během záběru tvoří tělo kajakáře spolu s lodí jakousi soustavu corpus mobile, která se pohybuje směrem k zabírajícímu pádlu. Obdobný pohyb vidíme při reflexním plazení, kdy je celé tělo neseno přes ramenní

kloub, který přes osový orgán posouvá celé tělo vpřed. Z hlediska efektivity záběru je žádoucí maximální dopředný vektor lodě. Vzhledem k postavení listu pádla ve vodě, který se nachází laterálně od trupu kajakáře, dochází současně k působení laterálního vektoru. Loď je tedy během záběru posunována dopředným vektorem vpřed a slabším laterálním vektorem k nezáběrové straně (Dufková, 2002).

Kajakářský záběr lze rozdělit do třech fází. První fáze je zasazení, druhá fáze je tažení a třetí fáze je vytažení a přenos. Při zasazení je spodní paže mírně flektována v ramenním kloubu a extendována v loketním kloubu. Svrchní horní končetina je pokrčená v loketním kloubu, zápěstí je přibližně v úrovni očí. Celý trup je rotován záběrovou stranou dopředu. List pádla se dostává do vody těsně u boku lodi. Zasazený list do vody tvoří punctum fixum. Z hlediska optimálního nastavení pádla je důležité dbát na to, aby zasazení bylo provedeno měkce, bez stříkání vody kolem listu. V opačném případě dochází vlivem špatného nastavení listu nebo vlivem předčasného zatažení k odtržení vody od záběrové plochy listu, což je pro pohyb lodi neefektivní (Kračmar, 2002).

Druhou fází kajakářského záběru je tažení, kdy se list pádla nachází pod vodou a vlastní tažení je prováděno po přímé dráze těsně u boku lodi. Z počátku tažení je spodní ruka napnutá a samotný tah je proveden pomocí rotace trupu. Následně se spodní paže pokrčuje a pádlo se dotahuje k tělu. Tento pohyb je doprovázen tlačáním horní paže vpřed. Zápěstí této končetiny je přibližně ve výšce očí. Také dolní končetina na straně záběru tlačí do opěrky, což umožní lepší přenos síly na loď (Kračmar, 2002)

Celý cyklus jednoho záběru končí vytažením a přenosem. Pádlo je z vody vyndáno stranou, aby nedošlo k vytažení velkého množství vody. Při vytažení pádla z vody klesá horní paže k hladině a připravuje se na zahájení záběru na druhé straně. Celý cyklus záběru je zakončen pozicí, která odpovídá výchozímu postavení na opačné straně. Fáze přenosu je velmi krátká a odpovídá jí přetočení pádla ve volné ruce a nastavení optimálního úhlu listu pro záběr na druhé straně. Pletenec pánevní a dolní končetiny mají během jízdy na kajaku fixační funkci, podílejí se na přenosu síly na loď a pomáhají udržet rovnováhu v lodi. Sezení kajakáře s opřenými chodidly vytváří pevný celek s lodí, který nazýváme punctum mobile (Kračmar, 2002).

Začátek záběru je spojen se zvýšenou aktivitou stabilizačních svalů lopatky. M. trapezius zejména pars ascendens, udržuje kaudálně postavenou lopatku v addukci. M. trapezius pars ascendens a mm. rhomboidei postupně rotují extendovaný osový orgán

prostřednictvím obratlových trnů. Rotace probíhá v segmentech hrudní páteře Th 6 až Th 12. Aktivita m. trapezius pars transversa je zvýšená zejména v iniciální fázi záběru, kdy tato část svalu pomáhá fixovat lopatku při největším nárůstu síly a udržuje tak lopatku centrovanou. Také m. trapezius pars ascendens je během záběru aktivován téměř po celou dobu. Zvýšená aktivita této části svalu je patrně vyvolána zvýšenou potřebou fixace lopatky během zbývajících částí kajakářského pohybu (Trevithick et al., 2007).

Zvýšená aktivita m. trapezius pars ascendens má během záběru stabilizační funkci. Aktivita zmíněné části svalu koresponduje se zvýšenou aktivitou mm. rhomboidei a m. latissimus dorsi, což má významný vliv na postavení lopatky. M. trapezius pars ascendens jako extenzor thorakální části páteře také působí proti flekčním silám vyvolaným tahem celé soustavy kajakář-odř směrem k punctu fixu tedy k opěrné ploše zabírajícího listu pádla (Dufková, 2011; Hagemann et al., 2004).

Jako hlavní propulzní sval pro pohyb vpřed při pádlování na kajaku je považován m. latissimus dorsi. Výsledný tah tohoto svalu je podporován tahem m. teres major et minor, m. deltoideus pars spinalis et acromialis, caput longum m. tricipitis brachii, který pracuje ve vzájemné koaktivaci s caput longum m. bicipitis brachii. Poslední dva zmíněné svaly pracují během kajakářského záběru společně s mírnou převahou caput longum m. bicipitis brachii. To můžeme pozorovat jako flexi v loketním kloubu z původně extendované končetiny na začátku záběru. Pohyb během záběru je dále doplňován synergickou aktivitou m. coracobrachialis a m. biceps brachii caput breve (Hagemann et al., 2004).

Během kajakářského záběru se tažené pádlo propadá do vody. Přibližně v polovině záběru je pádlo nejniž, což můžeme pozorovat z bočního pohledu. Následně se začíná aktivovat m. pectoralis major, který v synergické aktivaci s mm. rhomboidei, m. latissimus dorsi a m. trapezius vytahují pádlo z vody (Dufková, 2011). Aktivace m. pectoralis major v této části záběru má antigravitační funkci, která odpovídá zapojení tohoto svalu během reflexního plazení (Kračmar, 2002).

M. pectoralis major se významně podílí v další fázi pádlovacího pohybu, kde se pádlo dostane z vody a ruka s pádlem jde dopředu a současně probíhá záběr na druhé straně. Z původně opěrné horní končetiny se stává končetina nákročná a na pádle se pak vytváří odpor proti pohybu vpřed. Odpor vody na listu pádla působí reakčními silami proti pohybu na záběrové straně a druhá strana pádla působí odpor proti pohybu vpřed (Kračmar, 2002).

Celý pádlovací cyklus horních končetin je doplněn pohybem dolních končetin. Spodní část těla je pro pádlování významná, protože zajišťuje spojení kajakáře s lodí. Během kajakářského záběru se dolní končetina na záběrové straně extenduje, což vede k vytvoření puncta fixa na opěrci lodě. Druhostranná dolní končetina je v roli ná kročné končetiny a jde do mírné flexe v kolenním a kyčelním kloubu. Komplexní pohybový projev je omezen sezením v lodi, kdy akra obou končetin jsou zafixována o opěrku (Dufková, 2011; Kračmar, 2002).

Ramenní kloub je během kajakářského záběru do jisté míry decentrován působením velkých svalových skupin s vnitřně rotační funkcí např. m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major a m. subscapularis. Současně tedy dochází k zapojení zevních rotátorů ramenního kloubu m. infraspinatus a m. teres minor pro udržení centrovaného postavení. V porovnání s zmíněnými vnitřními rotátory ramenního kloubu je tato svalová skupina menší a tudíž náchylnější na poranění následkem přetížení. Pokud je ramenní kloub při pádlování dlouhodobě decentrován, může dojít ke strukturálním změnám, které mohou vyřadit sportovce úplně (Hagemann et al., 2004; Pelham et al., 1995).

1.2 Ovlivnění sportovního výkonu tréninkem trupové stabilizace

Sportovci se neustále snaží zlepšit svůj výkon. Na to jsou zaměřeny posilovací programy a kondiční příprava, které vždy zahrnuje určitý aspekt posilování trupové stabilizace. Otázkou pak je, jak a zda zlepšení síly a trupové stabilizace zlepši sportovní výkon (Reed et al., 2012). Význam stabilizační funkce trupu pro generování síly ve všech sportovních aktivitách je stále více skloňován v odborných periodikách (Kibler et al., 2006). Trénink trupové stabilizace se stal populárním a je často doporučován při rehabilitaci sportovních úrazů, prevenci zranění a zlepšení sportovního výkonu (Seiler et al., 2006). Jedním z faktorů, které ovlivňují sportovní výkon jsou svaly stabilizující páteř. Tyto svaly jsou zodpovědné za udržení vzpřímené páteře i pánve a pomáhají v přenosu sil na končetiny (Kibler et al., 2006).

Sportovní výkon lze posuzovat funkčními testy, obratnostními testy, rychlostními testy, silovými testy a testy na přesnost. Tyto testy hodnotí horní končetiny, dolní končetiny nebo celé tělo sportovce. Na základě teorie kineziologického řetězení by přerušení nebo oslabení řetězce mělo vést ke snížené produkci síly nebo účinnosti síly zodpovědné za sportovní výkon, čímž ho negativně ovlivní (Silfies et al., 2015).

Stabilizační funkce trupu je považována za klíčovou součást efektivity v biomechanice pohybu. Optimalizací této funkce získáme maximální generování síly, která minimálně zatěžuje klouby ve všech typech činností od běhu až po házení (Kibler et al., 2006).

Porovnání stabilizační funkce trupu u zdravých sportovců a u sportovců, které prodělali v sezóně zranění dolních končetin, přineslo zajímavý poznatek. Atleti, kteří v průběhu sezóny prodělali zranění, ale v době studie již trénovali a soutěžili, měli významně menší abdukční a zevně rotační sílu než zdraví sportovci. Autoři dospěli k názoru, že stabilizační funkce trupu zastává důležitou roli při prevenci úrazů a jejím zhodnocením můžeme posoudit riziko zranění (Leetun et al., 2004). Stejného názoru je Frank (Frank et al., 2013), která tvrdí že, použitím ideálního vzoru stabilizace páteře ve sportovním pohybu snížíme riziko zranění a snížíme výskyt bolestivých syndromů z přetížení. Ideální vzor stabilizace páteře může také zlepšit sportovní výkon.

Rozhodující roli při stabilizaci páteře a pánve během aktivit hraje trupová stabilizace. Generovaná energie je přenášena z jednoho tělesného segmentu do druhého. Svalová aktivita stabilizující páteř je stěžejní pro téměř všechny sportovní pohyby celého těla. Střed těla je součástí kineziologických řetězců sportovních činností. CNS řídí trupovou stabilizaci a rovnováhu tak, aby optimalizoval všechny kinetické řetězce horní části těla a dolních končetin (Pedersen et al., 2006).

Trénink trupové stabilizace je nedílnou součástí atletického tréninku, přestože je málo známo o jeho přímém vztahu k atletickému výkonu. Tento trénink je v některých případech propracovanější a v některých případech omezen pouze na izometrickou výdrž v náročných posturálních pozicích. Je velmi obtížné izolovat pouze vliv tréninku trupové stabilizace na atletický výkon, přesto výzkum potvrzuje, že trénink trupové stabilizace má přímý vliv na sportovní výkon (Reed et al., 2012).

Počet studií zabývajících se vztahem stabilizační trupové funkce a sportovního výkonu se v posledních několika letech prudce zvýšil. Tento vztah však dosud nebyl definován a poměrně málo studií se pokusilo vyčíslit vzájemnou korelaci mezi oběma proměnnými. Příkladem může být studie zaměřená na vliv izometrického cvičení v posturálně náročných pozicích na výkonnost amerických fotbalistů ve vysokoškolské fotbalové lize, která prokázala slabou až střední korelaci mezi posilováním trupového svalstva a během na krátkou vzdálenost (Nesser et al., 2008). Velké množství studií se snaží kvantifikovat trupovou stabilizační funkci, ale bohužel stabilizační funkce při atletickém výkonu nemusí být přesně kvantifikovatelná statickým uniplantárním testem.

Zdá se, že je vhodnější použít dynamické testy, které napodobují složité pohybové vzory při sportovním pohybu (Sharrock et al., 2011).

Krátkodobý tréninkový program pro mladé tenisové hráče zaměřený na trénink trupové stabilizace vede ke zvýšení rychlosti odpáleného míčku při tenisovém podání a snižuje možnost zranění ramenního kloubu. Rychlost míčku při tenisovém podání se zvýšila o 4,9 % v porovnání s kontrolní skupinou (Fernandez et al., 2013). Vliv tréninku trupové stabilizace na rychlost hozeného míče u házenkářů publikoval Manchado (Manchado et al., 2017). Experimentální skupina, která podstoupila desetitýdenní trénink trupové stabilizace zvýšila rychlost hozeného míče o 4,5 % v porovnání s kontrolní skupinou (Manchado et al., 2017). Lephart (Lephart et al., 2007) zkoumal vliv tréninku trupové stabilizace na golfový úder. Zdravé golfisty podrobil osmitýdennímu golfovému tréninku, který zahrnoval cvičení na trupovou stabilizaci. Po testování bylo zjištěno, že u experimentální skupiny došlo k výraznému zvýšení rychlosti švihů holí, rychlosti míčku, stejně jako vzdálenosti odpalu (Lephart et al., 2007). V jiné studii bylo experimentálně zjištěno, že trénink trupové stabilizace za pomoci „Sling Exercise Training“ (SET) neboli cvičení v závěsu zlepšuje sportovní výkon, konkrétně maximální kopací rychlost u fotbalistů o 3,5 % (Pedersen et al., 2006). Palmer (Palmer et al., 2015) se domnívá, že trénink zaměřený na trupovou stabilitu posiluje pro sport specifické svalové řetězce aktivující proximální segmenty těla, což má za následek zvýšenou rychlost hozeného míče. Vlivem specifického tréninku zaměřeného na stabilizaci trupu se v jeho studii zvýšila rychlost hozeného míčku o 6 % (Palmer et al., 2015). Zdá se, že také funkční stabilizační program „Sling Exercise Training“ (SET), který aktivuje trupovou stabilizaci v uzavřených kinematických řetězcích, má za následek zlepšení sportovního výkonu. Devítitýdenní tréninkový program obsahující kromě běžného tréninku i cvičení SET zlepšil maximální rychlost švihů při golfovém odpalu o 2,6 % (Seiler et al., 2006). Pozitivních výsledků také dosáhl Saeterbakken (Saeterbakken et al., 2011), který ve své studii náhodně rozdělil 24 házenkářek na experimentální a kontrolní skupinu. Po šestitýdenním programu zaměřeném na trénink trupové stabilizace byl prokázán nárůst maximální rychlosti hozeného míče u experimentální skupiny o 4,9 % oproti nezměněné maximální házečí rychlosti kontrolní skupiny. Na rozdíl od jiných autorů se Saeterbakken nezaměřoval pouze na trup a pánev, ale snažil se zlepšit stabilitu všech kloubů účastnicích se pohybu těla při hodů. Domnívá se, že lepší stabilita a pevnost horních i dolních končetin může zlepšit přenos energie mezi segmenty při hodů, což má pozitivní vliv na

maximální rychlost hozeného míče. Saeterbakken (Saeterbakken et al., 2011) dodává, že zvýšená rychlost hozeného míče může být i následkem zlepšené trupové stability zejména v rotaci a také vytvořením pevnějšího puncta fixa na pánvi, které je nezbytné pro samotný hod míčem.

Integrace cvičení na zlepšení trupové stabilizace do sportovního tréninku má pozitivní vliv na sportovní výkon. Zlepšení trupové stability se projeví lepším přenosem energie mezi opěrnou a fázickou končetinou. Celý kinetický řetězec pohybu pracuje pak efektivněji (Manchado et al., 2017). Pokud je cvičení posilující trupovou stabilizaci tvořeno izometrickými cviky, které se provádí symetricky v jedné rovině, poskytuje pak omezený podnět pro trupovou stabilitu (McGill et al., 2003). Sportovní pohyb je totiž ve většině případů asymetrický, zahrnuje multiplanární pohyb kloubů s vysokými nároky na rovnováhu a trupovou stabilitu (Saeterbakken et al., 2011). Trénink trupové stabilizace by se tedy měl zaměřovat na cvičení pohybových vzorů v dynamickém kontextu, které jsou příbuzné prováděnému pohybu při sportu (Manchado et al., 2017). Následkem tréninku trupové stabilizace dochází ke zlepšení neuromuskulární koordinace stabilizačních systémů páteře. Proto je vhodné zařazovat do vrcholového tréninku toto cvičení, což může ovlivnit schopnost sportovce koordinovaněji aktivovat svaly nebo vytvářet větší sílu. Pozitivní výsledky lze dle autorů transformovat do jiných sportů s podobnou kinetikou (Saeterbakken et al., 2011).

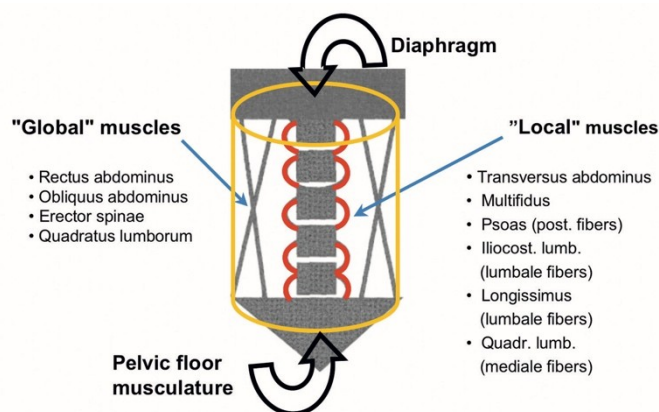
1.3 Trupová stabilizační funkce

V poslední době se přikládá stále větší význam stabilizační funkci trupu i přesto, že není zcela jasné, co přesně tato funkce představuje a anatomické i fyziologické hodnocení autorů je také variabilní. Dle Kiblera (Kibler et al., 2006) je trupová stabilizace definována jako schopnost řídit polohu a pohyb osového systému přes pánev tak, aby byla umožněna optimální generace, přenos a řízení síly integrované v pohybových aktivitách. Tato funkce je chápána jako předprogramovaná aktivace svalů, které zajišťují stabilitu a vytvářejí pohyb. Následkem čehož je zajištěna proximální stabilita pro distální pohyb. Pro efektivnější pohyb se musí svalstvo zapojené do trupové stabilizace aktivovat v přesných vzorech, které vytvářejí a absorbují sílu při aktivní trupové stabilizaci (Ebenbichler et al., 2001; Kibler et al., 1996).

Termín trupová stabilizační funkce velice úzce souvisí se stabilitou z fyzikálního hlediska, kterou můžeme definovat jako stabilní rovnovážný stav, nebo udržení

rovnovážné polohy. Z biomechanického pohledu se stabilita zaměřuje spíše na rovnovážný stav osového orgánu, kdy se segmenty těla vrací do původní polohy díky svalovému systému. Richardson přirovnává jádro ke krabici umístěné v hrudníku a pánvi, která je tvořena z přední strany břišními svaly, ze zadní strany paraspinální a gluteální muskulaturou. Bránice vytváří střechu této krabičky a dno je tvořeno svaly pánevního dna a svaly pánevního pletence (Richardson et al., 1999).

Podobného názoru je i Sharrock (Sharrock et al., 2011). Na rozdíl od Richardsons přirovnává jádro ke dvojstěnnému válci (obrázek č.1), kde bránice vytváří střechu, břišní svaly tvoří přední stěnu, paraspinální a gluteální svaly vytvářejí zadní stěnu válce. Spodní plocha válce se skládá ze svalů pánevního dna a pánevních pletenců. Trupové svaly dále rozdělil do dvou kategorií na lokální a globální. Lokální svaly jsou připevněny k bederním obratlům a ovlivňují intersegmentální pohyb. Naopak globální svaly se upínají ke kyčelním kloubům a k pánvi a podporují pohyblivost a správnou orientaci páteře. Udržení rovnováhy mezi těmito dvěma skupinami svalů je důležité, protože pokud lokální svaly nebudou dobře fungovat, pohyby se stávají méně účinné z důvodu zapojení globálních svalů.



Obrázek č. 1 Dvojstěnný válec stabilizující trup dle Sharrocka (Seiler et al., 2006)

Stabilita jádra je dle Panjabiho (Panjabi, 1992) dosažena integrací aktivních spinálních stabilizátorů tedy svalů, pasivních stabilizátorů tedy páteře a nervové kontroly. Tyto složky působí společně pro řízení pohybu v meziobratlových kloubech. Tím jsou zajištěny všechny činnosti každodenního života (Panjabi, 1992).

Do trupové stabilizace se také zapojuje bránice. Její aktivita předchází posturálně náročnějšímu pohybu např. pohybu končetin. Tato posturální funkce bránice je nezávislá

na dýchání (Ebenbichler et al., 2001; Kibler et al., 1996;). Naopak Oddsson (Oddsson, 1990) poukazuje mimo jiné na důležitou stabilizační úlohu břišních svalů, které tvoří m. transversus abdominis, m. rectus abdominis a mm. obliqui interni a externi. Ty se primárně podílí na kontrole polohy páteře a pánve. M. transversus abdominis zvyšuje svou aktivitou intraabdominální tlak a napíná thorakolumbální fascii, zatímco břišní svaly se společně aktivují, aby vytvořili pevný válec pro stabilizaci páteře (Oddsson, 1990).

Stabilizační systém z biomechanického pohledu popisuje tzv. Kanadská škola, jejímž nejznámějším zástupcem je McGill viz kapitola „Stabilizační funkce páteře z pohledu McGilla“ (McGill & Karpowicz, 2009).

Na druhé straně Kolář představuje vlastní významný směr stabilizace páteře, který popisuje trupovou stabilizační funkci jako vyváženou aktivaci extenzorů páteře a flekční synergie, kterou tvoří hluboké krční flexory a souhra mezi bránicí, břišními svaly a pánevním dnem. Viz kapitola Stabilizační funkce dle Koláře (Kolář & Lewit, 2005).

1.3.1 Stabilizační funkce páteře podle McGilla

McGill (McGill & Karpowicz, 2009) hovoří o nestabilitě osového orgánu v důsledku zranění. Tvrdí, že poškození podpůrných tkání snižuje tuhost páteře, což vede ke vzniku nestability, která je charakterizovaná nesprávnou aktivací svalů kolem páteře. Dále popisuje, že stabilita bederní páteře je udržována konstantní aktivací břišních svalů. Stabilita je dosažena vyváženým zpevněním neboli kokontrakcí všech svalů trupu zapojených do stabilizace páteře. Jedná se o celou řadu svalů, nejvýznamnější z nich jsou: m. rectus abdominis, m. quadratus lumborum, m. latissimus dorsi, zadní extenzory páteře - m. longissimus, m. iliocostalis a m. multifidus (McGill et al., 2003).

Z hlediska trupové stabilizace rozděluje McGill (McGill & Karpowicz, 2009) funkci aktivovaných svalů na zpevnění a vytvoření síly. Síla může ale nemusí vést ke stabilizaci osového orgánu, zatímco zpevnění ve smyslu ztuhnutí stabilizuje páteř vždy. Toto vyžaduje neustálé modulování aktivity svalů podílejících se na trupové stabilizaci, což zajišťuje centrální nervový systém. Například zpevnění břišních svalů si klinicky můžeme představit jako reakci břišních svalů poté, co nás někdo udeřil do břicha (McGill & Karpowicz, 2009).

Nácvik stabilizace dle McGilla je prováděn formou cvičení, kdy se pacient snaží zpevnit svaly podílející se na stabilizaci páteře v posturálně náročnějších pozicích,

kterými jsou: poloha na čtyřech s následným kontralaterálním natažením horní a dolní končetiny, nebo boční most anebo v poloze v leže, kdy si pacient dá ruce pod bedra a snaží se vyrovnat zakřivení páteře a následně odlepí hlavu a lopatky od podložky. McGill dodává, že pokud je terapie bolesti zad zaměřena pouze na jediný sval, nezvyšuje se obvykle stabilita páteře, ale vytváří se vzory, které naopak stabilitu páteře snižují (McGill et al., 2003).

1.3.2 Stabilizační funkce páteře dle Hodgese

Hodges, Richardson, Gandevia a Jull, patří mezi autory tzv. australské školy, publikovali vědecké články, kde rozdělují stabilizační funkci páteře a trupu mezi globální a lokální stabilizátory. Lokální stabilizátory za fyziologické situace zajišťují stabilizaci trupu a páteře v klidovém stavu, tj. oproti gravitaci a při nenáročných fyzických výkonech. Globální stabilizátory se zapojují do stabilizace trupu spolu s lokálními segmentálními stabilizátory pouze při velkých posturálních nárocích. Za patologické situace však globální stabilizátory přebírají funkci lokálních stabilizátorů (Hodges & Gandevia, 2000a).

Významnou úlohu při stabilizaci páteře plní bránice. Hodges (Hodges & Gandevia, 2000a) rozděluje aktivitu bránice do třech složek na: tonickou aktivitu, fázickou aktivitu, která je koordinovaná s dýcháním a fázickou aktivitu, která je koordinovaná s pohybem končetin nebo trupu. Hodges (Hodges & Gandevia, 2000a) prokázal tyto tři nezávislé aktivity bránice ve své studii zkoumající aktivitu bránice během pohybu horních končetin. Současně došel k závěru, že aktivita bránice předchází pohybu horních končetin nezávisle na fázi dechového cyklu (Hodges & Gandevia, 2000b). Respirační a dechová funkce bránice jsou tedy navzájem nezávislé.

Bederní páteř a pánev jsou stabilizovány již před zahájením vlastního pohybu. Bránice se při této posturální aktivaci koncentricky stáhne, dále se aktivují břišní svaly zejména m. transverzus abdominis, pánevní dno a hluboká vlákna mm. multifidi. Synchronní aktivace těchto svalů zvýší intraabdominální tlak, který působí jako opora z ventrální strany bederní páteře. Tato aktivace předchází každý pohyb a probíhá automaticky, tedy mimovolně (Hodges & Richardson, 1998).

Dle Hodgese (Hodges et al., 2007) se svaly pánevního dna podílejí na stabilizaci bederní páteře, což experimentálně potvrdil při monitorování aktivity svalů pánevního

dna při pohybech končetin. Aktivita svalů pánevního dna předcházela pohybu horních končetin a měnila se i během volného dýchání, zejména při výdechu bylo jejich zapojení větší. Spolu s aktivací bránice a trupových svalů (m. transversus abdominis a mm. multifidi) se zvyšuje intraabdominální tlak, který zpevňuje bederní páteř. Tato funkce je nejvíce patrná při kašli, smíchu a Valsalvově manévru. Hodges (Hodges et al., 2007) tak potvrdil úzký vzájemný vztah břišních svalů a svalů pánevního dna. Aktivace m. transversus abdominis a m. obliquus internus je vzájemně propojená s posturální funkcí svalů pánevního dna.

Hodges a Richardson (Hodges & Richardson, 1997) v jiné studii experimentálně prokázali, že timing zapojení mm. multifidi a m. transversus abdominis u zdravých jedinců předchází plánovanému pohybu končetin. Australští autoři (Hodges & Gandevia, 2000a) se domnívají, že příčinou bolestí bederní páteře může být mimo jiné i porucha timingu v zapojení trupových svalů, tj. m. transversus abdominis a mm. multifidi do stabilizační funkce páteře. Během očekávaných výchylek trupu chyběla totiž u pacientů s bolestmi zad předřazená aktivace m. transversus abdominis (Hodges, 2001).

Terapie australských autorů zaměřená na nácvik trupové stabilizace je tvořena několika po sobě jdoucími cviky. Hodges a Richardson (Richardson, Hodges a Hides, 2004) udávají, že pro správnou trupovou stabilizaci je nutné neutrální postavení pánve. V dalším kroku se zaměřují na izolovanou aktivaci m. transversus abdominis a s ním spojenou aktivaci svalů pánevního dna. Dále se nacvičuje brániční dýchání a současná koaktivace břišních svalů a svalů pánevního dna. Pokud pacient optimálně zvládne stereotyp trupové stabilizace v základní poloze v leže na zádech, nacvičuje dále ve vyšších polohách a s přidáním fázikové hybnosti končetin (Richardson, Hodges a Hides, 2004).

První fáze terapie je zaměřena na zlepšení propriocepce spodní části trupu a pánve. Během posturálně nenáročné polohy (např. v leže na zádech) se jedinec snaží aktivovat trupovou stabilizační funkci za pomoci vtahování spodní části břišní stěny směrem k páteři tak, aby současně aktivoval bránici, m. transversus abdominis, hluboká vlákna mm. multifidi a svaly pánevního dna. Mediodistálně od spinu iliaci anterior superior můžeme palповat aktivitu m. transversus abdominis. Pro zpětnou vazbu lze také využít tzv. stabilizér. Jedná se o vzduchový polštář s balónkem a tonometrem. Balónek slouží k nahuštění polštáře vzduchem. Tonometr nás informuje o změně tlaku např. pod

bederní páteří v poloze na zádech. Při vtahování břišní stěny v leže na zádech se vloží stabilizér pod bederní páteř a tlak v polštáři se nahustí na 40 mm Hg. Aktivitou m. transversus abdominis se břišní stěna přiblíží k páteři bez souhybu pánve. Tlak v polštáři by se měl zvýšit maximálně o 15 mm Hg. Tato hodnota dle autorů (Richardson, Hodges a Hides, 2004) ukazuje na zapojení globálních stabilizátorů. Snížení tlaku naopak ukazuje na zapojení m. iliopsoas.

Po zvládnutí první fáze se do nácviku trupové stabilizace přidávají cvičení v uzavřených kinematických řetězcích. Stále je kladen důraz na správnou koordinaci mezi lokálními a globálními stabilizátory. Ve třetí fázi se nacvičuje pohyb v otevřených kinematických řetězcích. Cílem je integrace posturální funkce lokálních stabilizátorů do všech pohybů běžných denních aktivit (Richardson, Hodges a Hides, 2004).

1.3.3 Stabilizační funkce páteře dle Koláře

Pohyb je hodnocen z mnoha pohledů a je nutné se zaměřit také na posturu, která je nezbytnou součástí pohybu. Jedná se o aktivní držení těla proti působení gravitace, ale i proti působení jiných zevních sil. Nejedná se tedy pouze o vzpřímené držení ve stoji, postura je součástí každé aktivní polohy. Stoj nebo sed vypadá na první pohled jako statický stav. Jde však o dynamický proces držení těla zabraňující pádu. Tento proces se nazývá posturální stabilita (Kolář, 2002).

Dle Koláře není možné dosáhnout a udržet vzpřímený stoj, sed ani jakoukoliv jinou polohu těla bez posturální stabilizace, která je zajištěna koordinovanou aktivitou agonistů a antagonistů pod vlivem centrálního nervového řízení. Cílem posturální stabilizace je efektivně vzdorovat gravitační síle (Kolář & Lewit, 2005).

Při každém pohybu se aktivují svaly, které pohyb vykonávají. Aktivita těchto svalů vyvolává reakční svalové síly v celém pohybovém systému, které jsou nazývány reakční stabilitou. Koordinovanou souhrou agonistů a antagonistů dochází ke zpevnění trupu. Cílem je vytvoření maximální posturální stabilizace pro efektivní práci svalů vykonávajících pohyb (Kolář, 2006).

Pohyb končetin je možný pouze za předpokladu, že dojde ke zpevnění hrudníku, který je převodníkem sil mezi ramenním a pánevním pletencem. Jinými slovy hrudník vytváří tzv. rám pohybu, který umožňuje cílenou funkci horních i dolních končetin (Kolář et al., 2009)

Stabilita páteře je dle Koláře (Kolář et al., 2006) zajištěna vyváženou svalovou aktivitou z dorzální strany a flekční synergii z ventrální strany páteře. Dorzální muskulatura je tvořena mm. multifidii, m. erector trunci a krátkými extenzory šíje. Flekční synergie je tvořena hlubokými flexory krku a souhrou mezi bránicí, břišními svaly a svaly pánevního dna. Při zpevnění páteře se kontrahuje bránice, která se ve svém vrcholu oplošťuje, tím posouvá obsah břišní dutiny kaudálně. Bránice působí ve své stabilizační funkci jako píst, který pomocí kontrakce břišních svalů a svalů pánevního dna zvyšuje nitrobřišní tlak. Ten slouží jako přední stabilizace bederní páteře (Kolář et al., 2010).

Hrudník, pánev a páteř vytváří punctum fixum pro pohyb prováděný horními a dolními končetinami a hlavou. Důležitou roli pro vytvoření rovnováhy v krční oblasti hrají hluboké extenzory páteře a hluboké krční flexory, které začínají až ve střední hrudní páteři. Hluboké krční flexory, které hrají zásadní roli ve stabilizaci krční páteře a horní hrudní páteře jsou m. longus colli et capitis, m. rectus capitis ant. et lat. Tyto svaly musí pracovat ve vyvážené koordinaci s hlubokými extenzory, mezi které patří m. semispinalis capitis et cervicis, m. splenius capitis et cervicis a m. longissimus capitis et cervicis (Kolář & Lewit, 2005).

Bránice má tedy kromě respirační funkce také funkci stabilizační neboli posturální. Hodges (Hodges & Gandevia, 2000a) i Kolář (Kolář et al., 2010) prokázali, že tyto funkce jsou na sobě nezávislé. Pro stabilizační funkci bránice je důležité kaudální postavení hrudníku a horizontální nastavení ventrodorzální osy bránice a pánve. Kaudální postavení hrudníku je umožněno vyváženou aktivitou horních a dolních fixátorů hrudníku. Jako dolní fixátory hrudníku se uplatňují břišní svaly, zatímco horními fixátory jsou prsní svaly, skalenové svaly a mm. sternocleidomastoidei (Kolář, 2007).

Při flekční synergii není důležitá pouze síla svalů, ale také timing zapojení jednotlivých svalů. Synchronní kontrakci bránice a pánevního dna nesmí předběhnout činnost břišních svalů. Předčasná aktivace břišních svalů by zabránila adekvátnímu oploštění a kaudálnímu sestupu bránice, což by negativně ovlivnilo potřebné zvýšení nitrobřišního tlaku. V případě předčasné a nadměrné aktivace břišních svalů lze pozorovat tzv. inverzní funkci bránice, což se při aspekčním klinickém vyšetření projeví vtahováním žeber v místě jejího úponu (Kolář, 2007)

1.4 Dynamická neuromuskulární stabilizace

Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS) je rehabilitační koncept vycházející z vývojové kineziologie. Diagnostická a terapeutická část se zabývá stabilizačními mechanismy trupu. Cílem tohoto rehabilitačního konceptu je dosažení optimální trupové stabilizace, která umožní efektivní pohyb (Kobesová, Davídek, Morris et al., in press). Tento koncept využívá obecné neurofyziologické principy jako je facilitace pomocí spoušťových zón, funkční dynamická centra kloubů, facilitace stabilizační funkce pomocí odporu proti plánované hybnosti, facilitace opěrné funkce, a korekce a nácvik optimálního dechového stereotypu (Kolář et al., 2009).

Zapojení svalů do posturální funkce v rámci konceptu DNS docílíme cvičením ve vývojových řadách. Dle vývojové kineziologie je motorický vývoj jedince v prvním roce života geneticky předurčen a prochází přesně definovanými stádii. Motorické programy jsou v důsledku zrání nervové soustavy automaticky zapojovány do pohybového projevu dítěte. To umožní dítěti např. otočit hlavičku za podnětem, zvednout nohy nad podložku nebo se vertikalizovat (Kobesová et al., 2014).

Prostřednictvím technik DNS ovlivňujeme sval v jeho posturálně lokomoční funkci. Běžné posilování většinou vychází z analytického cvičení. Na základě toho je sestavena většina strojů v posilovně. Pokud ale chceme sval posilovat efektivně s ohledem na jeho funkce, nemůžeme vycházet pouze z anatomických parametrů, v úvahu je nutné brát řízení centrálními programy. Proto při posilování svalu jsou aktivovány i svaly, které s vlastním pohybem přímo nesouvisí, ale zajišťují stabilizaci úponů svalů pro pohyb primárních. Např. při posilování prsních svalů se současně aktivuje bránice, břišní svaly a zádové svaly atd. Posturální funkce svalů se zakládá v ontogenezi, většinou je automatická a aktivuje se mimovolním způsobem (Frank et al., 2013). V pohybu i v statické pozici jsou jednotlivé pohybové segmenty zpevněny koordinovanou souhrou agonistů a antagonistů. Jedná se o tzv. koaktivační synergii. Můžeme tedy říct, že posturální aktivita doprovází každý cílený pohyb. Při detailnějším pohledu zjistíme, že posturální aktivita se zvyšuje už před začátkem pohybu. Předchází tedy pohybu. To prokázal Hodges ve studii, kdy zkoumal zapojení m. transversus abdominis, m. obliquus abdominis internus a externus, m. rectus abdominis a mm. multifidi při pohybech horních končetin. Aktivita těchto svalů předcházela pohyb horních končetin (Hodges & Richardson, 1997).

Může tedy nastat situace, kdy např. břišní svaly selhávají ve stabilizační funkci, ale v anatomické funkci dosahují maximálních hodnot. V takovém případě při vyšetření svalovým testem sval vykonává pohyb i proti značnému odporu, při stabilizační funkci ale selhává. V případě insuficience při zpevnění segmentu hovoříme o posturální instabilitě. Chybné zapojení jednotlivých svalů si pacient obvykle neuvědomuje. Ve většině případů se sval není samostatně schopen do posturální funkce zapojit a automaticky fixuje patologický stabilizační vzor do všech pohybů a cvičení (Kolář et al., 2009). Následkem toho dochází k přetížení, které je častým etiopatogenetickým faktorem řady hybných poruch (Máček & Máčková, 1995). Izolované posilování např. břišních svalů podle anatomické funkce posturální instabilitu proto obvykle nezlepší, ale naopak může prohlubovat inkoordinaci, přetížení a následně i vyvolávat či zhoršovat bolest (Richardson et al., 2002).

Za fyziologické situace jsou rovnoměrně zapojeny svaly celého biomechanického řetězce. Tuto funkci řídí centrální nervový systém a zajišťuje tak prevenci přetížení měkkých tkání a skeletu (Kolář, 2007). Koncept DNS lze využít ve sportu, v rehabilitaci, v prevenci sportovních úrazů i za účelem zlepšení sportovního výkonu. Nácvik trupové stabilizace dle DNS tak může eliminovat výskyt bolestivých syndromů muskuloskeletálního systému (Frank et al., 2013).

1.4.1 Obecné zásady při nácviku trupové stabilizace dle konceptu DNS

1.4.1.1 Zlepšení dynamiky hrudního koše

Ideální stabilizační funkce páteře je možná pouze při optimálním postavení hrudního koše. Pokud je hrudník v elevaci, resp. v tak zvaném „inspiračním postavení“, jako první krok v terapii se snažíme zajistit neutrální držení hrudníku, které je definováno vyváženou, koordinovanou aktivitou mezi horními a dolními fixátory hrudního koše. Dalším důležitým terapeutickým postupem je izolovat pohyb hrudníku od hrudní páteře. Fixovaný souhyb hrudníku s páteří lze považovat za patologický, protože při dýchání nedochází k dostatečnému pohybu v kostovertebrálním skloubení a inspirační i expirační pohyb je spojen s flekčním resp. extenčním souhybem páteře. To bývá spojeno se zkrácením pomocných dechových svalů, zejména prsních svalů, skalenových svalů a horních fixátorů lopatek. Spolu s ovlivněním inspiračního postavení provádíme uvolnění tuhosti hrudníku zejména v oblasti dolních žeber, což umožňuje rozšíření mezižeberních prostor při aktivaci bránice a mezižeberních svalů (Kobesová et al., 2015a).

1.4.1.2 Dosažení napřímění páteře

Napříměná páteř je jedním ze základních předpokladů optimální stabilizační funkce páteře (Chaléat-Valayer et al., 2011). Porucha napřímění páteře může být spojena se sníženou schopností izolovaného pohybu hrudníku od pohybu páteře. Ke zlepšení této funkce používáme mobilizační techniky do trakce, nácvik napřímění páteře a nácvik izolovaného pohybu hrudní páteře do všech směrů. Špatná fixace lopatek zajištěná addukčním tahem svalů neumožňuje napřímění hrudní páteře, protože inhibuje vzpřimovací funkci paravertebrálních svalů. Vhodnou pozicí pro nácvik napřímění hrudní páteře může být tedy poloha, kde jsou horní končetiny fixovány v opoře (např. tříměsíční poloha na bříše, poloha na čtyřech, pozice medvěda atd.) (Kolář et al., 2014).

1.4.1.3 Nácvik posturálního dechového stereotypu a správné funkce bránice

Správný dechový stereotyp je důležitým předpokladem fyziologické stabilizace páteře. Toho docílíme napříměním páteře a kaudálním postavením hrudníku. Při nádechu by se žebra měla rozvíjet laterálně, rozvíjí se zejména dolní hrudní apertura, sternum se pohybuje ventrálně a při nádechu se nezvedá kraniálně. Břišní svaly jsou oporou pro bránici. Důležité je, aby se břišní stěna nerozšiřovala pouze ventrodorzálně, ale všemi směry rovnoměrně. Při nádechu nesmí docházet ke kraniálnímu pohybu umbiliku (Kolář et al., 2014).

1.4.1.4 Nácvik posturální stabilizace páteře v modifikovaných polohách

Pokud pacient zvládá optimální dechový stereotyp a umí volným způsobem aktivovat posturální stabilizační funkci v jednoduchých statických polohách (např. v leže na zádech a na bříše) je možné provádět cvičení v náročnějších vývojových polohách, v rámci dynamického pohybu, se zátěží nebo na labilní podložce (Šafářová et al., 2015). Detailní popis DNS terapeutických postupů byl popsán v řadě publikací (Kolář et al., 2014; Kobesová et al., 2017, Kobesová et al., 2015a; Kobesová et al., 2014) a např. v knize „Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach“ (Chaitow et al., 2014).

1.5 Kajakářský ergometr

Kajakářský ergometr je pádlovací тренаžér, kde odpor setrvačnicku je vytvářen vzduchem. Žerď pádla je na obou koncích přivázána lany, která roztáčí setrvačnick. Na kajakářském тренаžéru je nastavitelná vzdálenost opěrky chodidel od sedačky, protože je nutné, aby si ji každý jedinec nastavil podle svých potřeb. Dále se na kajakářském ergometru nastavuje odpor setrvačnicku, který je dán velikostí vzduchového průduchu. Rotující setrvačnick vytváří proud vzduchu, který je tímto průduchem brzděn.

Podle typu se dají kajakářské тренаžéry rozdělit do dvou skupin na ruský a americký typ. Ruský typ kajakářského тренаžéru je vytvořen tak, že se celá soustava příčka - sedačka posunují k pádlu. Dalo by se tedy říct, že pádlo je punctum fixum a pohyb je vytvářen v uzavřeném kinematickém řetězci. Druhým typem kajakářského тренаžéru je americký typ, sedačka i příčka jsou pevně připevněny a punctum fixum se tedy nachází na sedačce. V tomto případě je hlavní pohyb prováděn v otevřeném kinematickém řetězci (Dufková, 2011).

1.5.1 Vědecké využití kajakářského ergometru

Pro měření výkonu při pádlování v laboratorních podmínkách se často využívá kajakářský тренаžér, který nahrazuje reálný pádlovací pohyb. Je konstruován tak, aby co nejdříve zachoval dynamiku a biomechaniku záběru Begon (Begon et al., 2009).

Elektromyografickému porovnání aktivace svalů při jízdě na kajakářském ergometru se zabýval Fleming (Fleming et al., 2007), který sledoval m. deltoideus, m. triceps brachii, m. latissimus dorsi a m. quadriceps femoris při jízdě na kajakářském ergometru a při jízdě na vodě. Fleming hodnotil peak, timing a délku aktivace jednotlivých svalů. Výsledky ukazují, že při pádlování na kajakářském ergometru je vyšší aktivace m. deltoidem, m. triceps brachii, m. latissimus dorsi a m. quadriceps femoris. Největší změna byla však naměřena u m. triceps brachii, kde byla prodloužena doba aktivace a sval pracoval dvouvrcholově. V pozdější studii (Fleming et al., 2012), která ještě rozšiřuje elektromyografické porovnávání jízdy na kajaku a na тренаžéru dodává, že i přes drobné odlišnosti považuje kajakářský тренаžér za vhodný nástroj pro sportovní přípravu a pro testování vrcholových kajakářů.

Lazarev (Lazarev, 1972) ve své studii popisoval koordinaci svalů při jízdě na kajaku. Elektromyografickým vyšetřením zjistil, že při tažení pádla a tlačení pádla se zapojují stejné svaly v jiném kinematickém řetězci. Při porovnání zabírající horní

končetiny a svrchní horní končetiny, která pádlo tlačí v před, zjistil vyšší aktivitu svalů u končetiny na straně záběru.

Stejných výsledků dosáhla i Dufková (Dufková, 2011). Ve své práci dále poukazuje na podobnost timingu zapojení svalů při jízdě na kajaku a při jízdě na kajakářském trenažéru, ale dodává, že výsledky ukazují také na odlišnosti např. při držení postury.

Someren (Someren et al., 2000) zkoumal maximální dosaženou hladinu laktátu v maximálním zátěžovém testu při jízdě na kajakářském ergometru a při jízdě na vodě za stejný časový úsek. Výsledné hladiny laktátu se nelišily. V jiné studii Someren a Oliver (Someren & Oliver, 2002) porovnávali úroveň laktátu v krvi při jízdě na kajakářském ergometru a při jízdě na vodě. Úroveň zátěže byla stanovena pomocí tepové frekvence. Hodnoty laktátu v krvi při jízdě na kajakářském ergometru se nijak nelišily od hodnot naměřených při jízdě na vodě. To potvrdil i Carrasco (Carrasco et al., 2010), který při porovnání jízdy na kajakářském trenažéru s jízdou na vodě použil stupňovaný zátěžový test v závislosti na rychlosti. Během vyšetření zaznamenával tepovou frekvenci, úroveň laktátu v krvi a pádlovací frekvenci. Při porovnání výsledků z kajakářského trenažéru a z pádlování na vodě nezjistil žádné statisticky významné rozdíly ve sledovaných veličinách. Pádlování na kajakářském trenažéru je tedy z hlediska fyziologie zátěže shodné s pádlováním na kajaku, což je často využito v zimním období, kdy probíhá příprava v aerobním i aerobně-anaerobním režimu sportovců.

Ridge (Ridge et al., 1976) se ve své studii zabýval porovnáním spotřeby kyslíku při jízdě na kajakářském a bicyklovém ergometru. Spotřeba kyslíku na kajakářském trenažéru při maximálním výkonu byla signifikantně vyšší než na bicyklovém ergometru, ale při submaximální zátěži tomu bylo naopak. Při pádlování na kajakářském trenažéru převažuje zapojení horních končetin naopak při jízdě na bicyklovém ergometru jsou dominantně zapojovány dolní končetiny. Trénink rychlostních kajakářů je zaměřen převážně na aktivity, kde převažuje zapojení horních končetin (trénink v posilovně, jízda na kajakářském trenažéru). Následnou adaptací na zátěž se tak zvyšuje maximální spotřeba kyslíku trénovaných svalů, čemuž odpovídají naměřené výsledky. Také při kompenzačním cvičení kajakářů bychom se tedy měli zaměřovat zejména na horní končetiny a s tím spojenou trupovou stabilizaci (Ridge et al., 1976).

Možnost posílení ramenního pletence jízdou na kajakářském trenažéru u paraplegiků zkoumal Bjerkefors (Bjerkefors et al., 2006). V důsledku tréninku

využívající kajakářský ergometr se u paraplegiků významně zvýšila síla svalů ramenního pletence.

Vliv postavení dolních končetin na výkon na kajakářském ergometru zkoumali Chong-hoon a Ki-jeong (Chong-hoon & Ki-jeong, 2012). Během výzkumu měnili vzdálenost nožní opěrky tak, aby kolenní kloub zaujímal polohu 90°, 120°, 150°. Výsledným porovnáním získali pozici pro nejefektivnější záběr z pohledu výkonu na ergometru, rotace v hrudní páteři a rotace pánve. Došli k závěru, že nejvhodnější pro jízdu na kajaku je pozice, kdy úhel flexe v kolenním kloubu dosahuje 120°.

1.5.2 Nejčastější typy kajakářských ergometrů

Konstrukce kajakářského ergometru umožňuje hodnotit výkon sportovce, který je určen pomocí měření kroutící síly. V Australském sportovním institutu rychlostní kanoistiky modifikovali tento princip pro vytvoření kajakářského ergometru tak, aby bylo možné měřit výkon kajakáře během záběru. Síla na pádla je za pomoci lana přenesena na setrvačnick, jehož odpor reguluje klapka, která určuje množstvím nasávaného vzduchu (Tanner & Gore, 2013).

1.5.2.1 Dansprint

Dánská firma Dansprint vyrobila alternativu původního australského ergometru jehož použití je v současné době celosvětově rozšířeno. Dansprint Pro kayak ergometr je jedním z nejužívanějších kajakářských ergometrů (Tanner & Gore, 2013).



Obrázek č. 2 Kajakářský ergometr DansPrint

Během pádlování na kajaku je celkový odpor při pádlování tvořený dvěma faktory. Prvním je odpor pádla ve vodě a druhým faktorem je odpor pohybující se lodi ve vodě. Kajakářský ergometr Dansprint dle výrobce simuluje pocit pádlování na kajaku.

Moment setrvačnosti lopatkového kola odpovídá svou velikostí setrvačnosti lodi při pádlování na vodě. Tato hodnota je fixní a reálně odpovídá kajakáři o hmotnosti cca 75 kg. Odpor lopatkového kola a odpor ložisek odpovídá brzdícím silám působícím na kajak. Konstrukce lopatkového kola je vytvořena tak, aby co nejvíce simulovala odpor v rozmezí 3 - 5 m/s, což je nejčastější tréninkové a závodní tempo. Software kajakářského ergometru měří výkon pádlování v rozmezí od 5 do 1500 W.



Obrázek č. 3 Display ergometru zobrazující aktuální a maximální výkon

Na rozdíl od jiných kajakářských ergometrů kde, je výkon měřen pomocí rychlosti otáčení lopatkového kola, je u Dansprintu kontinuálně měřen kroutivý moment, který umožňuje výpočet aktuálního výkonu pádlování. Software obsahuje mimo jiné i kalibrační mód, kdy se roztočí setrvačnick na 600 ot. /min a pak se vyčká, až se lopatkové kolo zastaví (Carrasco et al., 2010).

Jihoaustralský sportovní institut provedl v roce 2010 studii validity měřeného výkonu na kajakářském ergometru Dansprint v rozmezí 150 až 550 W. S pomocí zjištěné chyby měření vypočítali rovnici, která převádí výsledky z trenažéru na reálný výkon (Tanner & Gore, 2013).

Reálný výkon = hodnota naměřená trenažérem Dansprint $\times 262075 + 6,908012$
(Akca & Dicle, 2018; Tanner & Gore, 2013).

Australský institut dále zjistil, že rozdíl mezi trenažéry stejné značky byl 5 ± 4 W (Tanner & Gore, 2013).

1.5.2.2 K1 Trainer

K1 Trainer dříve známý jako K1 ERGO je kajakářský trenažér vyvinutý před více než 20 lety. Za jeho vývojem stojí Australský institut sportu v rychlostní kanoistice a zejména jeho autor Roger Cargill, který v roce 1996 kajakářský trenažér K1 ERGO sestrojil. Princip tohoto kajakářského trenažéru je shodný s trenažérem Dansprint. Australský trenažér nemá na rozdíl od dánského ergometru nastavitelný odpor tedy regulační klapku, která by umožňovala nastavit množství nasávaného vzduchu.

Someren a Dunbar (Someren & Dunbar, 1997) zkoumali použití kajakářského trenažéru K1 ergo během 30 s supramaximálního testu. 9 rychlostních kajakářů provedlo opakovaný supramaximální test, kdy byl měřen maximální výkon, celkový výkon a maximální tepová frekvence. Výzkum ukázal vysokou reliabilitu měření mechanických a fyziologických parametrů.

Použití kajakářského trenažéru K1 ergo a kinematické analýzy sloužilo k predikci velikosti pádla. Sprigings (Sprigings et al., 2006) vypočítal algoritmus velikosti pádla v závislosti na rychlosti pádla ve vodě při závodním tempu, ploše pádla a výkonu na ergometru během závodního tempa u mistryně světa. Tento algoritmus aplikoval u 12 kajakářek. Pokud u probandky neodpovídal výkon na trenažéru rychlosti pádla ve vodě měřené kinematickou analýzou, autor upravil dle algoritmu velikost pádla, což se pozitivně odrazilo na výkonosti v testovaném úseku.

Fyziologická odpověď organismu při pádlování na kajakářském trenažéru a při jízdě na vodě se shoduje. Someren (Someren et al., 2000) porovnával jízdu na vodě a jízdu na kajakářském trenažéru u 9 vrcholových kajakářů. Každý kajakář ujel 4 minutový úsek ve vysoké intenzitě na kajaku a pak na kajakářském trenažéru. Hodnotícím parametrem byla ventilace, maximální spotřeba kyslíku, maximální tepová frekvence, ujetá vzdálenost a úroveň laktátu v krvi. Při porovnání výše zmíněných parametrů nebyl signifikantní rozdíl mezi jízdou na kajakářském ergometru a jízdou na vodě.

1.5.3 Vybrané zátěžové testy u rychlostních kajakářů

Kajakářský ergometr se využívá v řadě funkčních zátěžových vyšetření. Pro zjištění maximální spotřeby kyslíky při jízdě na kajaku se často používá stupňovaný zátěžový test, který ve své studii použil i Bishop (Bishop et al., 2001). Na začátku studie provedl u všech probandů zátěžový test do maxima, aby získal hodnoty VO_2 max, které orientačně určují úroveň zdatnosti. Na základě těchto hodnot randomizovaně rozdělil

probandy do třech skupin a zkoumal, jak se projeví intenzita rozpádlování na 2 minutový test na kajakářském ergometru.

Stupňovaný zátěžový test v závislosti na rychlosti lodě použil Carrasco (Carrasco et al., 2010), který určoval validitu měření při pádlování na kajakářském ergometru v porovnání s pádlováním na vodě. Po 5 minutovém zahřátí při rychlosti 9 km/h následovala stupňovaná zátěž. Počáteční rychlost byla 11,5 km/h a každé 3 min se rychlost zvyšovala o 0,5 km/h až do maxima. Výsledky ukázaly vysokou validitu měření pádlovací frekvence, tepové frekvence a hladiny laktátu v krvi.

Hodnocení maximálního výkonu na kajakářském ergometru použil ve své studii Someren a Howatson (Someren & Howatson, 2008), kteří na základě 30 s supramaximálního testu na kajakářském trenažéru hodnotili fyziologické předpoklady jedince pro závodění na jednotlivých distancích. Podle výsledků nejlépe koreluje maximální výkon na ergometru se závodním časem na 500 m.

Také Cuninghame (Cuninghame, 2009) hodnotil maximální výkon na kajakářském ergometru. U rychlostních kajakářů zkoumal vliv manipulace krční páteře na maximální výkon během 200 m testu. Při porovnání výsledků před terapií a po terapii došlo následkem manipulace krční páteře k nesignifikantnímu zvýšení maximálního výkonu o 5,04 %. Domnívá se, že pozitivní efekt manipulace na maximální výkon na kajakářském trenažéru má za následek snížení bolesti v okolí páteře, zvětšení kloubní pohyblivosti manipulované oblasti a zvýšenou excitabilitu alfa motoneuronu, což může vést k větší svalové síle.

Vhodným anaerobním testem rychlostních kajakářů je také modifikovaný Wingate test na ručním rumpálu. Začátkem testu je 10 minutové rozjetí a poté následuje samotný 30 s test, který je spuštěn po překročení výkonu 100 W. Hodnotí se stejně jako na kajakářském trenažéru maximální výkon ve watttech a celkový výkon tedy počet ujetých otáček. Tento test ve své práci použil Someren a Palmer (Someren & Palmer, 2003), kteří tak hodnotil predispozice kajakářů na 200 m trať.

Kajakářský ergometr je běžně dostupný přístroj simulující pádlování na kajaku. Z výše uvedených studií vyplývá, že pádlování na kajakářském trenažéru napodobuje jízdu na kajaku, ale kineziologie pohybu není zcela totožná. I přes drobné odlišnosti slouží kajakářský ergometr k laboratornímu testování fyziologických aspektů zátěže u rychlostních kajakářů. Řada studií prokázala, že při analýze fyziologických parametrů

zátěže není významný rozdíl mezi jízdou na vodě a pádlováním na kajakářském trenažéru. Tento přístroj je tedy vhodným hodnotícím prvkem pro vědecké studie. Jeho využití ve vrcholovém sportu umožňuje zefektivnění tréninku rychlostních kajakářů. V zimním období je kajakářský ergometr hojně využívaný doplněk sportovní přípravy, ale jízda na kajakářském trenažéru nemůže plnohodnotně nahradit trénink na vodě.

1.6 Dotazník DASH

Subjektivní dotazník DASH „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“ hodnotí míru omezení horní končetiny při provádění běžných denních aktivit. Byl vytvořen Institutem práce a zdraví a Americkou akademií ortopedických chirurgů (Institute of work & Health and American academy of orthopedic surgeons) (Beaton et al., 2001). Dotazník je standardizovaný a oficiálně přeložen do českého jazyka (Fibír, 2011). Dotazník se skládá ze 30 otázek. Zkoumaný subjekt hodnotí omezení horní končetiny při provádění běžné denní činnosti a sportovních aktivit. Číselná hodnota v rozmezí 1 - 5 hodnotí míru omezení při provádění dané činnosti. Hodnota 1 znamená, že pacient nemá žádné potíže z danou činností, 2 - pacient má malé obtíže s danou činností, 3 - pacient má střední obtíže, 4 - pacient má velké obtíže při provádění zkoumané činnosti, 5 - pacient není schopen danou činnost provést (Jester et al., 2005).

Při vyhodnocování dotazníku se sečtou body udělené za veškeré odpovědi a součet se vloží do vzorce, po jehož vypočtení vznikne výsledné skóre. DASH skóre představuje procentuální vyjádření míry omezení horní končetiny při provádění běžných denních aktivit.

Výsledné DASH skóre = [(součet sub. hodnocení/ počet otázek) -1] x počet otázek

Výpočtem uvedeného vzorce získáme hodnotu v rozmezí 0 – 100, kde 0 neznamena žádná omezení a 100 představuje úplné omezení funkčnosti horní končetiny (Jester et al., 2005).

1.6.1 DASH - speciální sportovní část

Speciální část dotazníku DASH hodnotí zdravotní obtíže spojené s konkrétní sportovní aktivitou. Sportovní část dotazníku se skládá ze 4 otázek, které jsou v našem případě zaměřeny na obtíže při pádlování na kajaku. Odpověď je stejně jako v předchozí části dotazníku číselná. Vyhodnocení výsledků je stejné jako v části obecné. Pokud je při hodnocení použita kromě běžné verze i speciální část, sečtou se číselné odpovědi obou částí a výsledná hodnota se vloží do již zmíněného vzorce (Beaton et al., 2001).

2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Tato práce je kvantitativním výzkumem teoreticko-empirické práce, kde je použita quasi experimentální metoda a crossover design.

2.1 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit vliv Dynamické neuromuskulární stabilizace na maximální výkon na kajakářském trenažéru a na míru omezení horní končetiny u vrcholových rychlostních kajakářů.

2.2 Vědecká otázka

Bude mít DNS významný vliv na zvýšení maximálního výkonu měřeného na kajakářském ergometru u vrcholových, rychlostních kajakářů?

Bude mít DNS významný vliv na míru omezení horní končetiny hodnocenou dotazníkem DASH?

2.3 Hypotézy

H1: Šestitýdenní aplikovaný program konceptu DNS bude mít za následek průkazné zvýšení maximálního výkonu na kajakářském ergometru.

H2: Šestitýdenní aplikovaný program konceptu DNS bude mít za následek průkazné snížení skóre dotazníku DASH.

3 METODIKA

3.1 Metodologický princip

V popisovaném výzkumu je použita metoda quasi experimentu (Harris et al., 2006; Trochim & Donnelly, 2006), kdy je pozorován efekt rehabilitačního konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace na vrcholově trénující rychlostní kajakáře. Rehabilitační metoda zde vystupuje jako nezávisle proměnná, maximální výkon na kajakářském ergometru zaujímá pozici závisle proměnné stejně jako výstup z dotazníku DASH. Metodický princip odpovídá crossover designu (Hills & Armitage, 1979), kdy v první šestitýdenní etapě experimentální skupina podléhá intervenci. V druhé šestitýdenní etapě se probandí experimentální a kontrolní skupiny vymění a intervence probíhá u dosud neovlivněné skupiny. Míra průkaznosti efektu intervence na maximální výkon na kajakářském trenažéru a na míru omezení horní končetiny hodnocené dotazníkem DASH je určena pomocí statistické významnosti, věcné významnosti a size efektu.

3.2 Charakteristika výzkumného souboru

Cílovou populací jsou muži a ženy, rychlostní kajakáři ve věku 17 až 25 let, kteří jsou členy vrcholového sportovního centra. Výzkumný soubor tvoří 30 záměrně vybraných kajakářů z vrcholového sportovního centra Dukla Praha. Armádní sportovní centrum sdružuje většinu vrcholových rychlostních kajakářů v České republice, proto byl výzkum proveden se sportovci tohoto sportovního klubu. Vzhledem ke složitosti problematiky se jedná o záměrný výběr na základě kritérií dostupnosti. Všichni účastníci studie byli seznámeni s průběhem studie, což potvrdili podepsaným informovaným souhlasem (vzor v příloze č. 2). Etická komise vyjádřila souhlasné stanovisko s výzkumem (příloha č. 1). Vzhledem k vysoké specifitě cílové populace a realizovatelnosti výzkumu jsme zvolili malý výzkumný soubor. Celkově bylo do výzkumu zařazeno 20 mužů a 10 žen. Experimentální a kontrolní skupina byly gendrově vyvážené.

3.3 Průběh výzkumu

Výzkum proběhl během mimosezónní sportovní přípravy v roce 2017. K získání výzkumných dat jsme použili dotazník DASH a kajakářský ergometr, který během pádlování neustále vyhodnocuje výkon ve wattech a zaznamenává maximální výkon.

V úvodu studie proběhlo zaškolení nezainteresované osoby, která nevěděla, kteří probandi patří do experimentální a kontrolní skupiny z důvodu zaslepení studie. Tato osoba následně měřila u všech probandů základní antropometrické parametry, analyzovala maximální výkon na kajakářském trenažéru pomocí dvacetisekundového testu a hodnotila míru omezení horní končetiny pomocí dotazníku DASH. Vstupní měření proběhlo u všech účastníků studie ve stejný den.

Nezbytnou součástí předcházejícího měření maximálního výkonu bylo individuální nastavení kajakářského trenažéru. Každý jedinec si podle potřeby nastavil vzdálenost opěrky od sedačky a úchop na pádle, tak aby výchozí nastavení odpovídalo pádlování na kajaku. Toto nastavení bylo zaznamenáno a použito při kontrolních měřeních. Také výchozí nastavení postury bylo korigováno tak, aby se shodovalo s pádlováním na kajaku.

Naměřené hodnoty maximálního výkonu bylo nutné převést na reálný výkon pomocí rovnice stanovené jihoaustalským institutem sportu (Tanner & Gore, 2013).

Na základě těchto výsledků, antropometrických dat a věku byli probandi náhodně rozděleni do dvou skupin pomocí počítačové funkce random tak, aby nebyl statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou. Přehledná charakteristika výzkumného souboru a rozdělení do obou skupin se nachází v tabulce č.1.

Tabulka č.1 Charakteristika cílového souboru

	Soubor všech probandů (N = 30) 20 mužů 10 žen	Skupina A (N = 15) 10 mužů 5 žen	Skupina B (N = 15) 10 mužů 5 žen	P
Věk (roky)	19,83±3,82	20,00±3,07	19,54±4,56	0,704
Výška (cm)	178,77±10,18	178,87±10,47	178,77±10,24	0,930
Váha (kg)	74,89±14,05	74,47±12,89	75,89±15,57	0,869
BMI (kg/m ²)	23,23±2,19	23,09±1,94	23,49±2,48	0,717
Max výkon (W/kg)	5,63±1,21	5,67±1,23	5,49±1,022	0,777
DASH skóre (%)	14,66±8,27	13,73±7,78	16,35±8,86	0,528

U členů experimentální skupiny byla následně zahájena intervence v podobě každodenního cvičení dle konceptu DNS. Na základě kineziologického vyšetření a dle testů DNS, které hodnotí stabilizační trupovou funkci, byly certifikovaným DNS terapeutem vybrány nejvhodnější vývojové pozice pro nácvik trupové stabilizace a to s ohledem na nároky na trupovou stabilizaci během pádlování na kajaku.

Certifikovaný DNS fyzioterapeut naučil během individuální fyzioterapie členy experimentální skupiny správnému provedení zvolených cviků, které následně každý proband experimentální skupiny cvičil 30 minut po každém sportovním tréninku jako autoterapii. Intervence v podobě DNS cvičení tak probíhala jednou denně, šestkrát za týden. Fyzioterapeut kontroloval správnost provedení cviků dle DNS čtyřikrát týdně u každého probanda a v případě špatného provedení cviků probanda korigoval. Navíc ke každodennímu samostatnému cvičení (autoterapii) a náhodné kontrole terapeutem kajakáři experimentální skupiny docházeli jedenkrát týdně na individuální DNS cvičení, kde probíhala kontrola správnosti provedení cviků a případné korekce. Kontrolní skupina se oproti experimentální skupině věnovala pouze standardnímu kajakářskému tréninku, který probíhal u obou skupin v identické frekvenci, intenzitě a délce.

U experimentální skupiny byly pro nácvik trupové stabilizace zvoleny vývojové polohy, které nejlépe korelují s kineziologií pádlování: tříměsíční poloha na zádech (obr. 4), pozice sedu (obr. 5), pozice na čtyřech (obr. 6), pozice vysokého dřepu (obr. 7) a pozice medvěda (obr. 8). Všichni probandi prováděli nácvik trupové stabilizace v těchto pěti pozicích. Certifikovaný DNS fyzioterapeut zvolil vždy u probanda nejvhodnější variantu každého cviku tak, aby obtížnost cvičení odpovídala jeho schopnostem, aby byl schopen provádět autoterapii správným způsobem. Současně instruoval každého probanda tak, aby při prvních známkách insuficience a únavy zanechal cvičení a přešel k další poloze. Ve chvíli, kdy proband nebyl schopen plně expandovat břišní stěnu, nebo nebyl už schopen korigovat kyfotické postavení hrudní páteře, lordotické postavení bederní páteře, nebo se jeho hrudník dostával do "nádechového" postavení, měl ukončit cvičení v této pozici a přejít na další cvik. Probandi cvičili v každé pozici zhruba pět minut s dvouminutovou přestávkou, pokud v důsledku únavy nebo insuficience nezměnili cvik dříve. V případě dynamických prvků cvičení byli probandi instruováni, aby prováděli tento pohyb pětkrát, pokud se však objevili známky insuficience nebo únavy dříve, tak probandi změnili polohu.



Obrázek č. 4 Tříměsíční poloha na zádech - Při kaudálně postaveném hrudníku a napříměné páteři cvičící směřuje svůj nádech co nejhluběji do oblasti břicha a pánve. Po zvládnutí základního cvičení zvedá jedinec končetiny z opory tak, aby zachoval výše zmíněné zásady.



Obrázek č. 5 Pozice vzpřímeného sedu - Při neutrálně postaveném hrudníku a pánvi, napříměné páteři a neutrální pozici lopatek je hrudník stahován kaudálně a jedinec se dále zaměřuje na latero-laterální rozvoj kaudálních žeber při dýchání. Dále jedinec provede mírný náklon vzad, kde setrvává několik sekund. Tonus břišní stěny se symetricky rozkládá do všech stran a napětí zůstává i při výdechu.



Obrázek č. 6 Poloha na čtyřech - V základním postavení drží jedinec napřímenou celou páteř tak, že je neutrálně postavená pánev, hlava v prodloužení krku a zaměřuje se na nácvik bráničního dýchání. Následně jedinec uvolňuje jednu končetinu z opory, aniž by vychýlil těžiště těla. Tímto způsobem postupně vystřídá všechny čtyři končetiny.



Obrázek č. 7 Vysoký dřep – Z výchozího postavení ve stoji jde jedinec do vysokého dřepu tak, aniž by jeho ramena a kolena překročila vertikální linii vycházející z pomyslného bodu uprostřed přednoží. Pohyb probíhá současně v kyčlích, kolenech i kotních a je proveden plynule. Po dobu cvičení je nutné mít napřímenou celou páteř a neutrálně postavenou pánev. Cílem cvičení je dosáhnout co nejnižší pozice, která odpovídá optimálnímu postavení tělesných segmentů.



Obrázek č. 8 Pozice medvěda – V poloze medvěda drží jedinec napřímenou páteř a koriguje postavení dolních končetin. Při zvládnutí základní pozice uvolňuje proband kontralaterálně nohu a ruku z opory za současného tlačení druhostranné končetiny do podložky, aniž by se vychýlilo těžiště těla.

Po uplynutí šestitýdenní intervence proběhlo kontrolní měření všech probandů. Toto měření probíhalo za stejných podmínek jako vstupní měření. Stejná osoba, která naměřila vstupní hodnoty analyzovala nyní maximální výkon na kajakářském ergometru, hodnotila míru omezení horní končetiny pomocí dotazníku DASH a měřila základní antropometrické parametry. Ani v druhém případě hodnotitel nevěděl, kteří probandi patří do experimentální skupiny a kteří do kontrolní. Kontrolní měření proběhlo u všech probandů ve stejný den.

Následně došlo k výměně experimentální a kontrolní skupiny. Původní členové experimentální skupiny se stali členy kontrolní skupiny a naopak, takže intervence pak probíhala u dosud neovlivněné skupiny. Zahájená intervence u členů experimentální skupiny byla stejná jako v předchozím šestitýdenním období. Design druhé intervence byl u nové experimentální skupiny totožný s první fází intervence.

Po uplynutí šesti týdnů od začátku druhé intervence bylo provedeno závěrečné měření, které probíhalo za stejných podmínek jako předchozí dvě měření. Byly měřeny základní antropometrické parametry, pomocí subjektivního dotazníku DASH byla hodnocena míra omezení horní končetiny a pomocí dvacetisekundového testu na kajakářském trenažeru byl analyzován maximální výkon. Měření provedl stejný

hodnotitel jako předchozí dvě měření. Závěrečné měření proběhlo u všech probandů ve stejný den.

Probandi, kteří se ze zdravotních nebo jiných důvodů opakovaně nezúčastňovali autoterapie byli ze studie vyloučeni.

3.4 Statistická analýza dat

Analýza dat byla provedena za účelem zjištění efektu DNS na maximální výkon na kajakářském ergometru a na míru omezení horní končetiny hodnocené dotazníkem DASH pomocí statistické významnosti a koeficientu efekt size. Před použitím obousměrné analýzy rozptylu s opakováním bylo nutné, aby data splňovaly podmínky šikmosti a špičatosti. Šikmost musela odpovídat vzorci: $-2\sqrt{6/n} \leq \text{skew (šikmost)} \leq 2\sqrt{6/n}$ (n je vyjádření počtu osob ve výzkumné skupině). Stejně jako špičatost musela odpovídat podmínce: $4\sqrt{6/n} \leq \text{kurt (špičatost)} \leq -4\sqrt{6/n}$. Dále byl proveden Kolmogorovův-Smirnovův test normality a Shapirův-Wilkův test normality. Vzhledem k tomu, že se potvrdilo normální rozdělení dat, použili jsme obousměrnou analýzu rozptylu s opakováním. Efekt size byl počítán pomocí Cohenova d (Cohen, 1988).

Vzhledem k tomu, že výsledky dotazníku DASH nabývají hodnot 0 - 100, byl použit při zpracování dat stejný postup.

Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05 a hladiny významnosti size efektu byly stanoveny dle Cohena na 0,2 – 0,5 malý efekt; 0,5 - 0,8 střední efekt a větší než 0,8 velký efekt (Cohen, 1988).

4 VÝSLEDKY

Výzkumu se zúčastnilo 30 probandů (20 mužů a 10 žen). Na základě vysoké absence při cvičení trupové stabilizace dle DNS byly tři probandi vyloučeni. Jednalo se o tři muže. Jeden z probandů byl ze skupiny A a dva probandi byli ze skupiny B. Naměřená data těchto probandů byly z výsledků vyloučeny.

Na začátku výzkumu byl průměrný maximální výkon členů skupiny A 5,63 (SD \pm 1,26) W/kg, členové skupiny B měli průměrný maximální výkon 5,49 (SD \pm 1,13) W/kg. Subjektivně hodnocené omezení horní končetiny bylo měřeno pomocí dotazníku DASH, které u skupiny A odpovídalo 14,23 (SD \pm 7,82) bodů, průměrné omezení horní končetiny u skupiny B bylo na začátku studie 16,35 (SD \pm 9,31) bodů. Mezi skupinami nebyl na začátku studie statisticky významný rozdíl.

4.1 Výsledky maximálního výkonu na kajakářském ergometru

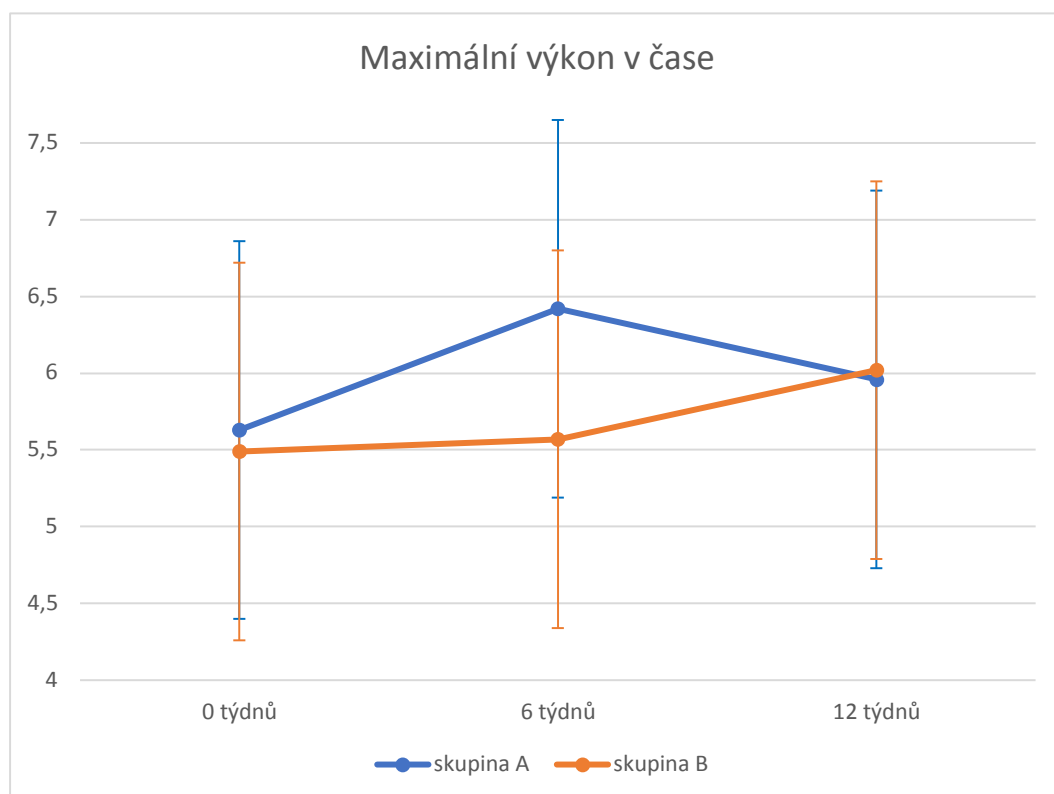
Po skončení první fáze intervence se maximální výkon na kajakářském trenažéru u experimentální skupiny (skupina A) zvýšil z iniciálních 5,63 (SD \pm 1,26) na 6,42 (SD \pm 1,23) W/kg, což je zlepšení o 14,11 % ($p = 0,103$). U kontrolní skupiny (skupina B) se maximální výkon zvýšil pouze o 1,32 % ($p = 0,875$) z původních 5,49 (SD \pm 1,33) na 5,57 (SD \pm 1,19) W/kg. Před začátkem studie nebyl mezi skupinami statisticky významný rozdíl v maximálním výkonu na kajakářském trenažéru ($p = 0,777$). Ani po skončení první fáze intervence nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi skupinami ($p = 0,079$). Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na konci první fáze pomocí Cohena d zjišťujeme, že intervence v první fázi měla středně velký efekt ($d = 0,71$). Výsledky první fáze intervence v čase a v závislosti na skupině ukazují statisticky významný nárůst maximálního výkonu na kajakářském ergometru ve prospěch experimentální skupiny ($p = 0,0004$).

Na konci druhé fáze intervence se maximální výkon na kajakářském trenažéru u experimentální skupiny (skupina B) zvýšil o 8,08 % ($p = 0,348$) z 5,57 (SD \pm 1,19) na 6,02 (SD \pm 1,23) W/kg. U kontrolní skupiny (skupina A) došlo během šesti týdnů ke snížení maximálního výkonu o 8,6 % ($p = 0,362$). Maximální výkon na kajakářském ergometru u této skupiny klesl z 6,42 (SD \pm 1,23) na 5,96 (SD \pm 1,38) W/kg. Při porovnání výsledků experimentální a kontrolní skupiny na konci druhé fáze pomocí Cohena d zjišťujeme, že intervence v druhé fázi výzkumu měla středně velký efekt

($d = 0,72$) na maximální výkon na kajakářském trenažéru. Výsledky druhé fáze intervence v čase a v závislosti na skupině ukazují statisticky významný nárůst maximálního výkonu na kajakářském ergometru ve prospěch experimentální skupiny ($p = 0,008$). Na základě těchto výsledků potvrzujeme hypotézu H1. Zmíněná data jsou přehledně uvedena v tabulce č. 2. Výsledky maximálního výkonu na kajakářském trenažéru v průběhu 12 týdnů jsou názorně zobrazeny v grafu č.1.

Tabulka č. 2 Průměr a statistický rozdíl maximálního výkonu v čase

	Maximální výkon [W/kg]			čas* skupina p	Effect size d	Maximální výkon [W/kg]			čas* skupina p	Effect size d
	0 týdnů	6 týdnů	p			0 týdnů	6 týdnů	p		
Exp. skupina A (N = 14)	5,63±1,26	6,42±1,23	0,103			Kont. skupina A (N = 14)	6,42±1,23	5,96±1,38	0,362	
				0,0004	0,71					0,008 0,72
Kont. skupina B (N = 13)	5,49±1,33	5,57±1,19	0,875			Exp. skupina B (N = 13)	5,57±1,19	6,02±1,23	0,348	
Rozdíl mezi skupinami (p)	0,777	0,079					0,079	0,911		



Graf č. 1 Maximální výkon na kajakářském trenažéru u jednotlivých skupin v čase – jednotkou maximálního výkonu jsou [W/kg]. V první fázi výzkumu (0 - 6 týdnů) je skupina A - experimentální a skupina B - kontrolní. V druhé fázi výzkumu (6 - 12 týdnů) je skupina B - experimentální a skupina A - kontrolní.

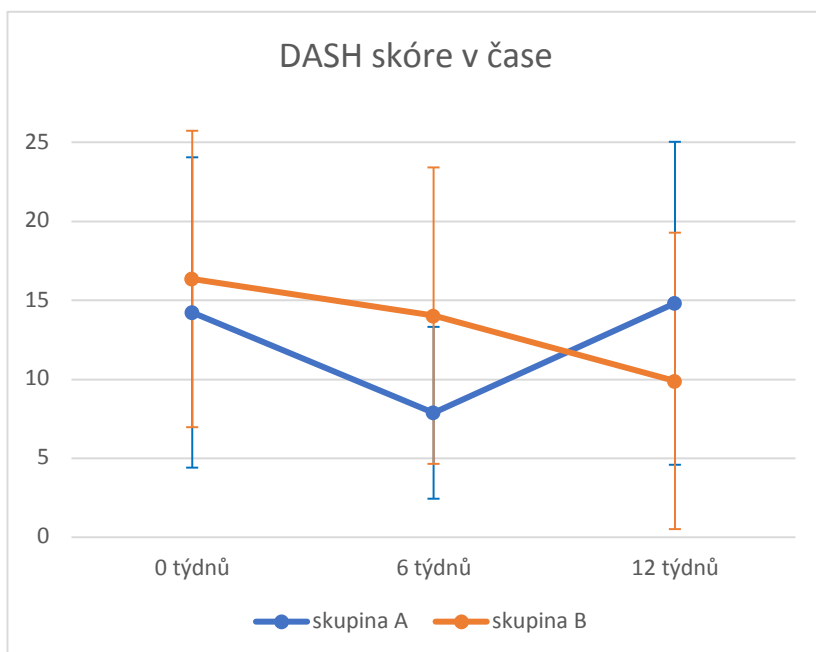
4.2 Výsledky dotazníku DASH

Během první fáze intervence se u experimentální skupiny (skupina A) signifikantně snížilo bodové hodnocení dotazníku DASH z iniciálních 14,23 (SD +/- 7,82) bodů na 7,88 (SD +/- 3,90) bodů, tento rozdíl představuje zlepšení o 44,65 % ($p = 0,011$). U kontrolní skupiny (skupina B) se po 6 týdnech snížilo bodové hodnocení dotazníku DASH z iniciálních 16,35 (SD +/- 9,31) bodů na 14,03 (SD +/- 9,38) bodů, tj. rozdíl o 14,19 %, ($p = 0,533$). Před začátkem studie nebyl statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ($p = 0,528$). Po skončení první fáze intervence byl rozdíl mezi skupinami statisticky významný ve prospěch intervenované skupiny ($p = 0,033$), čemuž odpovídá dle Cohena velký efekt ($d = 0,87$).

Po skončení druhé fáze intervence se bodové hodnocení dotazníku DASH experimentální skupiny (skupina B) snížilo z 14,03 (SD +/- 9,38) na 9,9 (SD +/- 8,39) bodů. Rozdíl tedy představuje zlepšení o 29,44 % ($p = 0,249$). Naopak u kontrolní skupiny (skupina A) došlo ke signifikantnímu zhoršení ($p = 0,041$), kdy se bodové hodnocení zvýšilo z 7,88 (SD +/- 3,90) bodů na 14,81 (SD +/- 11,44) bodů. Na základě prezentovaných výsledků potvrzujeme hypotézu H2. Uvedené hodnoty jsou zobrazeny v tabulce č.3. Průměrné hodnoty DASH skóre v průběhu času u jednotlivých skupin jsou názorně zobrazeny v grafu č.2.

Tabulka č. 3 Průměr a statistický rozdíl dotazníku DASH v čase

	Skóre dotazníku DASH			čas* skupin a p	Effect size d	Skóre dotazníku DASH			čas* skupina p	Effect size d
	0 týdnů	6 týdnů	p			0 týdnů	6 týdnů	p		
Exp. skupina A (N = 14)	14,23±7,82	7,88±3,90	0,011			Kont. skupina A (N = 14)	7,88±3,90	14,81±11,44	0,041	
				0,148	0,87					0,003 1,27
Kont. skupina B (N = 13)	16,35±9,31	14,03±9,38	0,533			Exp. skupina B (N = 13)	14,03±9,38	9,90±8,39	0,249	
Rozdíl mezi skupinami (p)	0,528	0,033					0,033	0,218		



Graf č. 2 DASH skóre v čase u jednotlivých skupin - V první fázi výzkumu (0 - 6 týdnů) je skupina A - experimentální a skupina B - kontrolní. V druhé fázi výzkumu (6 - 12 týdnů) je skupina B - experimentální a skupina A - kontrolní.

5 DISKUZE

Prezentovaná studie zkoumala vliv tréninku trupové stabilizace na maximální výkon u rychlostních kajakářů a na omezení horních končetin při provádění běžných aktivit. Vzhledem k relativně malému výzkumnému souboru byla zvolena metodika randomizovaného crossover designu. Stejná metodika byla použita u řady jiných studií, které se zaměřovali na sportovní populaci a měly malý výzkumný soubor (Hollander et al., 2015; Panza et al., 2017).

Do studie bylo zařazeno 30 probandů (20 mužů a 10 žen), kteří byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin. Skupiny byli gendrově vyvážené a mezi skupinami nebyl iniciálně statisticky významný rozdíl ve věku, výšce, hmotnosti, maximálním výkonu na kajakářském trenažeru a DASH skóre. Výzkum dokončilo všech 30 probandů, ale 3 probandi byli při zpracování výsledků vyloučeni na základě vysoké absence při cvičení trupové stabilizace dle DNS, což odpovídá 10 % výzkumného souboru.

Během měření maximálního výkonu na kajakářském trenažeru bylo korigováno výchozí posturální nastavení probandů tak, aby co nejvíce odpovídalo stereotypu při jízdě na vodě. Přestože pozice sedu na trenažeru na začátku studie příliš neodpovídala principům DNS, bylo nutné provést dvacetisekundový test v tomto posturálním postavení, které odpovídalo užívanému stereotypu při pádlování na vodě. V opačném případě by bylo měření negativně ovlivněno. Již zažitý stereotyp se v průběhu výzkumu postupně měnil, tak aby odpovídal principům DNS, ale pro test maximálního výkonu bylo nutné vždy použít aktuální stereotyp pádlování. Násilná korekce by narušila průběh testu. Na konci studie se přirozená pozice sedu v kajaku u většiny probandů přibližovala principům DNS. Dle mého názoru je to způsobeno zabudováním fyziologických stabilizačních mechanismů do kajakářského pohybu včetně dechového stereotypu a napřímení osového orgánu. Právě napřímení páteře v pozici sedu v kajaku se na začátku studie nejvíce odlišovala od principů DNS. Probandi seděli často s podsazenou pánví a s tím spojenou bederní kyfózou. Návčik trupové stabilizace v průběhu studie se tedy pozitivně projevil mimo jiné i na posturálním nastavení páteře při pádlování na kajaku.

Chong-hoon a Ki-jeong (Chong-hoon & Ki-jeong, 2012) zkoumali ve své studii postavení dolních končetin při jízdě na kajakářském trenažeru. Nožní opěrku kajakářského trenažeru nastavili do třech pozic tak, aby kolena svírala flexi 90°, 120°, a

150° a hodnotili naměřený maximální výkon během pádlování do maxima. Nejefektivnější postavení z pohledu maximálního výkonu odpovídalo 120° flexi v kolenních kloubech. I v naší studii odpovídalo postavení dolních končetin 120° flexi v kolenních kloubech. Stejně jako pozice horních končetin na pádle i tento parametr vycházel z pozice kajakáře při pádlování na kajaku. Domnívám se, že větší flexe v kolenních kloubech během jízdy na kajaku by měla za následek větší rotaci trupu během záběru. Tato pozice by však byla nevýhodná z hlediska držení stability. Větší flexe v kolenních kloubech by také změnila postavení bederní páteře, které bylo u některých probandů kyfotické a větší flexe v kolenou by tuto kyfózu ještě zvětšila.

Výsledky prezentované studie potvrzují, že intervence v podobě cvičení zaměřené na zlepšení trupové stabilizace dle konceptu DNS má vliv na maximální výkon. V první fázi intervence se maximální výkon experimentální skupiny zvýšil o 14,16 % na rozdíl od kontrolní skupiny, kde se zvýšil o 1,32 %. Výsledný efekt první fáze intervence částečně potvrdila druhá intervence, kde se skupiny vyměnily a dosud neintervenovaní probandi zařadili do svého tréninku nácvik trupové stabilizace dle konceptu DNS. Nárůst maximálního výkonu u experimentální skupiny (skupina B) byl 8,08 % na rozdíl od kontrolní skupiny (skupina A), kde jsme zaznamenali pokles o 8,6 %. Druhá fáze intervence tedy částečně potvrdila výsledný efekt první fáze. Přestože došlo v druhé fázi intervence k poklesu maximálního výkonu u kontrolní skupiny (skupina A), maximální výkon se v průběhu celé studie (12 týdnů) zvýšil o 5,86 %. Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny v první fázi zjišťujeme signifikantní vztah maximálního výkonu a času v závislosti na skupině ($p = 0,0004$). Signifikantní interakce času v závislosti na skupině ukazuje, že na konci první fáze jedna skupina statisticky významně překonala druhou skupinu. Jinými slovy u experimentální skupiny je signifikantně větší nárůst než u skupiny kontrolní.

Bodové hodnocení dotazníku DASH se v průběhu první fáze zlepšilo o 44,65 % u experimentální skupiny (skupina A), respektive o 14,19 % u kontrolní skupiny (skupina B). Druhá fáze částečně potvrdila efekt první fáze intervence. Bodové hodnocení u experimentální skupiny (skupina B) se zlepšilo o 29,44 %. Naopak u kontrolní skupiny (skupina A) došlo během druhé fáze intervence ke zhoršení o 87,94 %. Zhoršení výsledků DASH koresponduje se zhoršením maximálního výkonu na kajakářském ergometru. Vzájemný vztah mezi nedostatečnou stabilitou trupu a

bolestivými myoskeletálními syndromy u vrcholových sportovců potvrzuje i řada dalších autorů (Bak, 2010; Heinlein & Cosgarea, 2010; Reeser et al., 2010).

První fáze našeho výzkumu potvrzuje již dříve prezentovaný vztah trupové stabilizace a sportovního výkonu (Kibler et al., 2006). V důsledku intervence dle DNS se zlepšily stabilizační mechanismy páteře a snížilo se omezení horní končetiny včetně bolesti. To mělo za následek vyšší maximální výkon na kajakářském trenažéru. Svaly, které se podílejí na samotném kajakářském záběru, tak získaly pevnější punctum fixum, čímž se zvětšila efektivita jejich práce, což má za následek vyšší maximální výkon při pádlování. Výše prezentované omezení horní končetiny na začátku studie potvrzuje, že tradiční sportovní příprava vrcholových rychlostních kajakářů vede zejména v oblasti ramenního kloubu k řadě syndromů z přetížení (impingement syndrom, bolest dlouhé hlavy bicepsu atd.) (Pelham et al., 1995). Silový trénink v posilovně a velké tréninkové dávky na vodě vedou při neoptimálním pohybovém stereotypu k dlouhodobému přetěžování měkkých struktur v oblasti ramenního kloubu a bederní páteře, což následně způsobí omezení pohybu při provádění běžných činností. Integrací cviků dle DNS do kajakářského tréninku zlepšujeme pohybové stereotypy (dechový stereotyp), nacvičujeme centrované postavení kořenových kloubů a zlepšujeme stabilizaci těchto kloubů, která vede k optimální distribuci svalového napětí v okolí kloubu. Optimální stereotyp je následně integrován do všech aktivit, takže i do tréninku v posilovně nebo na vodě, čímž předcházíme přetěžování měkkých struktur. Pádlovací pohyb pak není omezen nociceptivní aferencí, což umožní efektivnější svalovou práci a vyšší výkon na pádlovacím trenažéru.

V druhé fázi našeho výzkumu se povedlo potvrdit efekt první fáze intervence. Zvýšení maximálního výkonu v druhé části experimentu korespondovalo se zlepšením výsledků dotazníku DASH u experimentální skupiny (skupina B). U kontrolní skupiny (skupina A) maximální výkon i výsledky dotazníku DASH naopak klesly. To nasvědčuje tomu, že sportovní trénink kajakářů v druhé fázi výzkumu byl příliš intenzivní na úkor kvality prováděného pohybu. Tradiční posezónní příprava rychlostních kajakářů je zaměřena na zvyšující se tréninkové dávky v posilovně, v běhu, v plavání a při jízdě na kajakářském ergometru. Můžeme pouze spekulovat, zda vysoké tréninkové dávky nejsou na úkor kvality pohybu, kdy posturální systém není schopen poskytnout kvalitní trupovou stabilizaci. Je také otázkou, z jakého důvodu došlo u kontrolní skupiny (skupina A) v druhé fázi studie ke zhoršení. Zda mají vliv na zhoršení zvyšující se tréninkové dávky

nebo zda šestitýdenní efekt autoterapie dle DNS, která probíhala u této skupiny v první fázi intervence, rychle vymizí. Vzhledem k tomu, že omezení horní končetiny se u kontrolní skupiny (skupina A) výrazně zhoršilo, domníváme se, že kajakáři nebyli schopni tak intenzivní trénink kompenzovat a prováděli trénink nevhodným způsobem, např. cviky v posilovně. U experimentální skupiny (skupina B) docházelo v důsledku intervence dle DNS k částečné kompenzaci těchto dávek, což vidíme na výsledcích maximálního výkonu a dotazníku DASH. Zatímco se v první fázi maximální výkon u experimentální skupiny (skupina A) zvýšil o 14,16 %, tak v druhé fázi se u experimentální skupiny (skupina B) zvýšil o 8,08 %. Kontrolní skupina (skupina B) se v první fázi zlepšila o 1,32 %, v druhé fázi se kontrolní skupina (skupina A) zhoršila o 8,6 %.

Nad výsledky by šlo spekulovat i z pohledu ukončení nácviku trupové stabilizace. Snížení maximálního výkonu u kontrolní skupiny (skupina A) v druhé fázi může být dáno i ukončením nácviku trupové stabilizace dle DNS. Z čehož by pak vyplývalo, že s odstupem šesti týdnů po skončení intervence může maximální výkon nejen stagnovat ale i klesat, v tomto případě o 8,6 %.

Z výsledků nelze ale přesně stanovit, do jaké míry se do efektu druhé fáze promítlo ukončení nácviku trupové stabilizace a zvýšení tréninkových dávek. V každém případě má zařazení cviků dle DNS do kajakářské přípravy jednoznačně pozitivní efekt na maximální výkon.

Na začátku studie byla při kineziologickém rozboru kajakářů zjištěna insuficience stabilizačního systému a porucha dechového stereotypu. Častá byla také porucha skapulo-humerálního rytmu ramenního pletence. Sportovci si subjektivně při vyšetření stěžovali na bolestivý úpon dlouhé hlavy *m. biceps brachii*, na bolestivost *pars anterior m. deltoideus* a na bolestivý subakromiální prostor. Výskyt bolestivých syndromů na ramenním pletenci korespondoval s výsledky subjektivního dotazníku DASH. Největší obtíže měli sportovci při aktivitách, kde jsou horní končetiny situovány nad úroveň hlavy. Mezi nejčastěji udávané aktivity patřilo: umístění předmětu na policičku nad hlavou, domácí práce jako mytí vysoko umístěných oken nebo kachliček, výměna žárovky vysoko nad hlavou, mytí vlasů nebo sušení vlasů fénem. Probandi také často uvedli, že měli mírné bolesti ramene během předchozího týdne a že měli ztuhlé rameno během předchozího týdne.

Popisované příznaky mohou ukazovat na počínající impingement syndrom ramenního kloubu. Jde o funkční onemocnění ramenního kloubu v subakromiálním

prostoru způsobené nepřiměřeným zatěžováním měkkých tkání v oblasti ramenního kloubu. Lig. coracoacromiale, šlacha m. supraspinatus a subakromiální burza jsou utlačovány nárazem na fornix humeri. Klinickým příznakem impingement syndromu je bolest na přední ploše ramenního kloubu zejména při elevaci končetiny. Bolest se akcentuje zejména při abdukci 60° - 120°. Pacienti si stěžují na noční bolesti, kdy nemohou ležet na postiženém rameni (Dungl et al., 2014). Výše zmíněné příznaky mohou vyplývat z poranění měkkých tkání ramenního kloubu, které je pro kajakáře typické a nazývá se syndrom kajakářského ramene. Toto onemocnění zahrnuje impingement syndrom, bicipitální tendonitidu a subakromiální bursitidu (Pelham et al., 1995).

Výsledky dotazníku DASH ukazují, že v důsledku šestitýdenní intervence u rychlostních kajakářů došlo také ke snížení bolestivosti horní končetiny. Na začátku výzkumu udávali probandi mírnou až střední bolest v oblasti horní končetiny. Po šestitýdenní intervenci první fáze se udávaná bolest pohybovala u experimentální skupiny (skupina A) v rozmezí žádné až mírné, u kontrolní skupiny (skupina B) se udávaná bolest nezměnila. U kontrolní skupiny (skupina B) nebyla zjištěna téměř žádná změna při provádění zkoumaných aktivit, naopak u experimentální skupiny (skupina A) došlo v první fázi intervence ke snížení obtíží při umístění předmětu na policičku nad hlavou, při výměně žárovky umístěné nad hlavou nebo při navlékání svetru přes hlavu. To má důležitou souvislost s pohyby kajakáře. Během kajakářského záběru se svrchní horní končetina, která tlačí pádlo vpřed, nachází ve flexi a vnitřní rotaci v ramenním kloubu. Menší omezení pohybu a snížení bolesti horní končetiny při provádění aktivit nad úroveň hlavy se pozitivně odrazí na průběhu kajakářského pohybu, snižuje se tak riziko opakovaného poranění ramene a může mít i pozitivní vliv na sportovní výkon. V druhé fázi výzkumu se v důsledku intervence snížila udávaná bolest horní končetiny u experimentální skupiny (skupina B) z mírné až střední na mírnou. Dále došlo ke snížení obtíží při umístění předmětu na policičku nad hlavou, při výměně žárovky umístěné nad hlavou. Při porovnání s předchozí fází intervence nedošlo u experimentální skupiny (skupina B) v druhé fázi intervence ke snížení obtíží při navlékání svetru přes hlavu, k mytí vlasů a sušení vlasů fénem. Kontrolní skupina (skupina A), jejíž bodové hodnocení dotazníku DASH se v druhé fázi intervence zhoršilo, uvedla zvětšení obtíží při provádění vybraných aktivit. Zejména se jednalo o mytí vysoko umístěných ploch, mytí vlasů, fénování vlasů a potíží při spánku. Probandi také udávali mírnou klidovou bolest v horní končetině. Toto zhoršení může být způsobeno příliš vysokými tréninkovými dávkami na

vodě a v posilovně, které kajakáři nebyli schopni kompenzovat. Zhoršení obtíží při provádění výše zmíněných aktivit může být také do jisté míry dáno svalovou únavou v důsledku intenzivního tréninku. Při porovnání aktivit, které dělali probandům obtíže, na začátku celého výzkumu a na konci výzkumu u skupiny A, jsme zjistili, že úplně vymizely obtíže při umístění předmětu na poličku nad hlavou a při výměně žárovky umístěné nad hlavou. Domníváme se, že kontrolní skupina (skupina A) v druhé fázi měla v důsledku předchozí intervence již optimálně upravené některé stereotypy a automaticky integrovali prvky DNS do tréninku v posilovně a na vodě. Přestože v druhé fázi výzkumu již necvičili cviky dle DNS, tak používali naučené prvky v kajakářském tréninku podvědomě. Domníváme se, že subjektivní obtíže prezentované v druhé fázi výzkumu u skupiny A, jsou způsobené svalovou únavou a že při jízdě na vodě docházelo k přirozené centraci ramenního kloubu a vymizely příznaky impingement syndromu ramenního kloubu (bolestivá flexe a vnitřní rotace ramenního kloubu při výměně žárovky umístěné nad hlavou a umístění předmětu na poličku nad hlavou). Tento fakt se projevil na nekorelujícím zhoršení maximálního výkonu a zhoršení bodového hodnocení dotazníku DASH u kontrolní skupiny (skupina A) v druhé fázi výzkumu. Na základě toho se domníváme, že počínající impingement syndrom ramenního kloubu má negativní vliv na maximální výkon na kajakářském trenažéru.

Podobných výsledků ve své studii dosáhl i Senbursa (Senbursa et al., 2007), který se u pacientů s impingement syndromem ramenního kloubu zaměřil v rámci autoterapie na koordinaci stabilizačních svalů ramenního pletence. Každodenní patnáctiminutové cvičení proti odporu therabandu zaměřené na posílení svalů rotátorové manžety, na posílení mm. rhomboidei a m. levator scapulae vedlo po čtyřech týdnech k signifikantnímu snížení bolesti ramenního kloubu o 54,54 % ($p = 0,01$). Stejně jako my i Senbursa v edukaci probandů kladl důraz hlavně na správné provedení cviků, nejen na počet opakování a délku cvičení. Na rozdíl od naší studie se Senbursa zaměřil pouze na posílení svalů pletence ramenního bez dalšího důrazu na kvalitu globální trupové stabilizace. Pozitivní vliv konceptu DNS na kvalitu trupové stabilizace, bolest pohybového aparátu a sportovní výkon byl již v minulosti potvrzen v jiných studiích (Davídek et al., 2018; Kobesová et al., 2019; Kobesová et al., 2015b). Lze předpokládat, že integrace cviků zaměřených na stabilizaci trupu, funkční kloubní centraci a korekci dechového stereotypu by se mohla uplatnit i v dalších sportovních odvětvích, a to jak za

účelem zlepšení sportovního výkonu, tak v terapii a prevenci bolestí pohybového aparátu a sportovních úrazů.

Také Cuninghame (Cuninghame, 2009) hodnotil efekt terapie u rychlostních kajakářů pomocí maximálního výkonu na kajakářském trenažéru. Ve své studii hodnotil účinek manipulace krční páteře hned po terapii. Při porovnání výsledků před terapií a po terapii se nesignifikantně zvýšil maximální výkon o 5,08 %. Domnívá se, že tento efekt v důsledku manipulace je způsoben snížením bolesti, zvětšením kloubního rozsahu manipulované oblasti páteře a zvýšenou excitabilitou alfa motoneuronů v důsledku podráždění mechanoreceptorů při manipulaci. Tyto závěry již dříve potvrdili Wyke (Wyke, 1982) a Herzog (Hergor, 1999), kteří se dále domnívají, že centrace kloubů krční páteře pomocí manipulace může vést k větší svalové síle. Svaly v okolí blokády mají omezené množství neurologických stimulů v porovnání s fyziologickým stavem. Odstranění kloubní blokády má mimo jiné za následek normalizaci tonu okolních svalů, kůže a měkkých tkání v důsledku reflexní odpovědi (Lewit, 2003). Jedná se o prostorově a časově nesynchronní akční potenciály motorické jednotky, které mají dle Herzoga (Herzog, 1999) za následek větší funkční schopnost motorické jednotky. Stejně jako Cuninghame (Cuninghame, 2009) i v naší studii můžeme pozorovat pozitivní efekt terapie na maximální výkon na kajakářském ergometru. I přes odlišnou metodiku měření se domníváme, že efekt šestitýdenní terapie dle DNS bude přetrvávat i poté co jedinci přestanou s nácvikem trupové stabilizace, což můžeme demonstrovat na skupině A v druhé fázi experimentu, kde efekt 5,86 % přetrvává i přesto, že probandi již cíleně DNS necvičili.

Výsledky této studie potvrdily pozitivní vliv cvičení trupové stabilizace na maximální výkon na kajakářském ergometru, ale efekt první fáze (14,16 %) je jen částečně potvrzen druhou fází intervence (8,08 %). V druhé fázi dochází současně k poklesu maximálního výkonu u kontrolní skupiny (skupina A), která v druhé fázi již DNS necvičila. Délka intervence v našem výzkumu byla šest týdnů a byla stanovena tak, abychom realizovali cross over design během sezónní přípravy. Vzhledem k výše zmíněným důvodům se ale domníváme, že šestitýdenní období intervence nemuselo být dostatečně dlouhé pro udržení maximálního efektu i v druhé fázi crossover designu studie. Jiné studie zaměřené na zjištění vlivu tréninku trupové stabilizace na sportovní výkon probíhaly po dobu sedmi až dvanácti týdnů (Manchado et al., 2017; Palmer et al., 2015; Pedersen et al., 2006; Prokopy et al., 2008). Lze tedy předpokládat,

že prodloužení celkové doby intervence v této studii by se mohlo pozitivně projevit větším věcným rozdílem u experimentální skupiny (skupina B) v druhé fázi výzkumu a také k udržení maximálního výkonu u kontrolní skupiny (skupina A), která podstoupila intervenci v předchozí fázi. Na druhé straně je možné, že DNS už větší efekt na maximální výkon nemá. DNS není primárně posilovací technika, jedná se o rehabilitační koncept zaměřující se na aktivaci stabilizačního systému trupu, na nácvik správných pohybových vzorů vycházejících z vývojové kineziologie, na nácvik opory a centrovaného postavení v kloubu. Z hlediska sportovní přípravy rychlostních kajakářů představovalo DNS cvičení kompenzační složku tréninkové přípravy. Cílem bylo naučit kajakáře správnému provedení vybraných pohybových vzorů, které se pak automaticky integrují do pádlovacího stereotypu.

Probandi experimentální skupiny obou fází byli instruováni ke každodennímu cvičení trupové stabilizace po dobu 30 minut. Vzhledem k malému efektu intervence v druhé fázi oproti první fázi lze doporučit prodloužení doby autoterapie na 60 minut, což je časová dotace, která byla využita v rámci některých jiných studií zabývajících se vlivem tréninku trupové stabilizace na sportovní výkon (Fernandez et al., 2013; Manchado et al., 2017).

Někteří autoři se při nácviku trupové stabilizace zaměřují pouze na sílu břišních svalů a posilují břišní svaly izolovaně. Do cvičení přidávají izometrické posilování ve vzporu, které má zlepšit stabilizační funkci páteře (Hass et al., 2001; Manchado et al., 2017). Vzhledem k tomu, že se na stabilizaci páteře podílí souhra všech trupových svalů, nikoliv jen svaly břišní (Sharrock et al., 2011), jsme v naší studii použili rehabilitační koncept DNS, který aktivuje integrovaný stabilizační systém páteře komplexně a současně se zaměřuje na funkční kloubní centraci a nácvik opory (Frank et al., 2013).

Z prezentovaného konceptu jsme vybrali pět vývojových pozic, které se zaměřují na nácvik trupové stabilizace a na nácvik centrovaného postavení ramenního pletence. Intervenované subjekty zůstaly nejprve ve statických polohách, kde se cvičení zaměřovalo na optimální postavení jednotlivých kloubů a na nácvik správného dechového stereotypu. Cvičení dle DNS klade důraz především na kvalitu provedení. Pokud tedy proband nezvládal udržet základní postavení v důsledku únavy nebo bolesti, bylo cvičení přerušeno a po krátké pauze se pokračovalo v jiné pozici. Jakmile proband správně provedl statickou polohu, byl mu do cvičení přidán pohyb např. přechod

z šikmého sedu do polohy na čtyři a zpět. Vzhledem k tomu, že na kajaku se pádluje v sedě, byla také zvolena vývojová pozice sedu a tříměsíční poloha na zádech pro nácvik trupového napřímení a fyziologického dechového stereotypu.

Optimální postavení pánve během sedu významně změní nastavení všech tělesných segmentů zejména páteře a rovnoměrně zatěžuje jednotlivé segmenty (Senbursa et al., 2007). Pozice vysokého dřepu a pozice medvěda byly využity pro progresi cvičení do náročnějších méně stabilních „vyšších“ poloh.

Během kajakářského záběru se aktivuje ipsilaterální posturálně-lokomoční model. Proto jsme při výběru cvičebních pozic zvolili přechod z polohy šikmého sedu do polohy na čtyři a zpět, kdy stejnostranné opěrné končetiny pracují v uzavřeném kinematickém řetězci a opačné ná kročné končetiny pracují v otevřeném kinematickém řetězci stejně jako při jízdě na kajaku. Nezbytnou součástí správného provedení zvolených cviků bylo napřímení celé páteře, které bylo nutné často během cvičení korigovat. Pouze napřímená páteř umožní její rotaci, která je nezbytná pro kajakářský pohyb. Z počátku se pánev u některých probandů při cvičení dostávala do antevertního postavení a hlava do reklinace. Postupnými korekcemi se kajakáři naučili vnímat správné postavení pánve, hlavy a udržet tak napřímenou páteř v průběhu celého cvičení.

Probandi experimentální skupiny svědomitě přistupovali ke cvičení, které náhodně kontroloval certifikovaný fyzioterapeut. Na to měl vliv i fakt, že u kajakářů experimentální skupiny významně převládaly pozitivní ohlasy na cvičení dle konceptu DNS. Probandi cvičení hodnotili jako vhodný doplněk rutinního kajakářského tréninku. Z počátku kajakáři cvičili převážně statické pozice například v sedě nebo v poloze na zádech. Toto cvičení jim nepřišlo příliš zábavné a pro některé bylo zdlouhavé. Mnohem lépe však vnímali cvičení v dynamických pozicích a pozice, kde se současně prováděl například pohyb končetin. Jako nejobtížnější polohu hodnotili probandi pozici medvěda naopak nejsnadnější byla pro kajakáře poloha na čtyřech. Během pozice medvěda si většinou stěžovali na tah svalů na zadní straně dolních končetin, který byl pravděpodobně způsoben zkrácenými ischiokrurálními svaly. Během pozice na čtyřech je opora rozmístěna na všechny čtyři končetiny. Pro kajakáře pak bylo jednodušší vnímat postavení ramenních pletenců a pánevního pletence. Opěrné končetiny také pracovaly v uzavřených kinematických řetězcích jako v určité fázi kajakářského záběru. V příštím výzkumu by bylo vhodné přidat do intervence další pozice např. tripod s oporou o overball, nebo vysoký klek, kde horní končetina provádí pohyb jako při pádlování a

theraband klade odpor proti prováděnému pohybu. Cvičení na labilních plochách by umožnilo aktivovat trupovou stabilizaci, která by se ještě více přibližovala pádlování na kajaku, což je pohyb na vysoce labilní ploše.

Na závěr je nutno zmínit limity studie, mezi které patří relativně malý výzkumný soubor a krátké časové období, po kterou intervence probíhala. Intervence probíhala hlavně v podobě autoterapie, jejíž kvalita závisela na schopnosti probandů si správně zapamatovat způsob provedení jednotlivých cviků a na schopnosti autokorekce. Tento aspekt hraje důležitou roli, protože cvičení dle konceptu DNS je založeno na kvalitě provedení nikoli na kvantitě.

Dufková (Dufková, 2011) ve své disertační práci porovnávala svalovou aktivitu při pádlování na kajakářském trenažéru a na kajaku. Prezentované výsledky ukazují i na odlišnosti v držení postury. Při podrobnější analýze pádlování na kajaku a na kajakářském trenažéru zjišťujeme rozdíly v biomechanice pohybu. Jak už bylo zmíněno v jiné kapitole (Analýza pohybu během kajakářského záběru), během jízdy na kajaku se na zabírajícím pádle vytváří punktum fixum a kajakář spolu s lodí tvoří soustavu corpus mobile. Ramenní kloub na zabírající straně se tedy pohybuje v uzavřeném kinematickém řetězci. Naopak je tomu při pádlování na kajakářském trenažéru. Trenažer se spolu s kajakářem nepohybuje a je kladen pouze odpor proti pohybu pádla, pohyb v ramenním kloubu na straně záběru je v tomto případě v otevřeném kinematickém řetězci. Rozdílné zapojení svalů při pádlování na kajaku a kajakářském trenažéru je také dán plochou na které kajakář sedí. Zatímco kajakářský trenažer je pevně umístěn na podlaze a plocha pro sezení je stabilní, kajak na vodě vytváří vysoce labilní plochu pro sed. Zapojení jednotlivých trupových svalů pro udržení stability bude tedy při jízdě na kajaku významnější a náročnější v porovnání s jízdou na kajakářském trenažéru.

Limitem je také určitá nekonzistentnost terapie v podobě DNS. Probandi byli instruováni, aby opakovali zvolený pohyb jen pokud udrží optimální stereotyp. Jakmile došlo k odchylce, probandi měli cvičení v poloze ukončit a zaměřit se na jinou pozici. Počet opakování a délka cvičení v jednotlivé pozici byly tedy odlišné u každého účastníka studie.

Dalším limitem studie je fakt, že nácvik optimální trupové stabilizace má vliv pouze na některé faktory determinující sportovní výkon v rychlostní kanoistice. Z pohledu aplikace principů vývojové kineziologie do sportovního tréninku by se další studie měly zaměřit např. na techniku pádlování (důraz může být kladen na koordinaci a

cyklické střídání aktivace horní končetiny v otevřeném a uzavřeném kinematickém řetězci). Dále by se výzkum mohl zaměřit na způsob úchopu pádla, na centrované postavení kloubů horních končetin během záběru nebo na nácvik tělesného schématu.

V neposlední řadě je nutné k ověření výsledků této pilotní studie provést studii multicentrickou. Další výzkum by se též měl zaměřit na porovnání efektu DNS s efektem jiných fyzioterapeutických konceptů na sportovní výkon a incidenci myoskeletálních bolestí u vrcholových sportovců v rámci různých sportů.

ZÁVĚR

Předložená disertační práce prezentuje vliv tréninku trupové stabilizace dle konceptu DNS na maximální výkon na kajakářském ergometru a na míru omezení horní končetiny. Integrace šestitýdenního stabilizačního cvičení dle konceptu DNS do rutinního sportovního tréninku rychlostních kajakářů měla pozitivní vliv na maximální výkon na kajakářském ergometru a na omezení horní končetiny měřené dotazníkem DASH. První fáze crossover designu prezentuje pozitivní efekt intervence dle DNS na maximální výkon, který se zlepšil o 14,16 %, což potvrzuje i druhá fáze crossover designu, kde jsme zjistili zlepšení o 8,08 %. Současně jsme prokázali pozitivní vliv DNS na míru omezení horní končetiny. V důsledku první fáze intervence se omezení horní končetiny snížilo o 44,65 %. Pozitivní vliv potvrdila i druhá fáze experimentu, kde se omezení horní končetiny snížilo o 29,44 %.

Na základě výše zmíněných výsledků lze konstatovat, že DNS může být efektivní v prevenci zranění u rychlostních kajakářů a může se pozitivně projevit na samotném sportovním výkonu. Zvolený přístup lze aplikovat do rutinní sportovní přípravy rychlostních kajakářů. Podobný pozitivní přínos lze předpokládat i u sportovní přípravy v rámci jiných sportů.

REFERENČNÍ SEZNAM

ABRAHAM, D a **N STEP KOVITCH**. The Hawkesbury Canoe Classic: Musculoskeletal Injury Surveillance and Risk Factors Associated With Marathon Paddling. *Wilderness and Environmental Medicine*. 2012, **23**(2), 133-139.

AKCA, F a **D ARAS**. The effects of different warm-up protocols on bench press 1rm performance in sprint kayakers. *Spormetre The Journal of Physical Education and Sport Sciences*. 2018, **17**(2), 16-24. Dostupné také z: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/17/2276/23688.pdf>

BAK, K. The Practical Management of Swimmer's Painful Shoulder: Etiology, Diagnosis, and Treatment. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2010, **20**(5), 386-390. DOI: 10.1097/JSM.0b013e3181f205fa. ISSN 1050-642X.

BEATON, D, J KATZ, A FOSSEL, J WRIGHT, V TARASUK a **C BOMBARDIER**. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. *Official Journal of the American Society of Hand Therapists*. 2001, **14**(2).

BEGON, M., F. COLLOUD a **P. LACOUTURE**. Measurement of contact forces on a kayak ergometer with a sliding footrest-seat complex. *Sports Engineering*. 2009, **11**(2), 67-73.

BÍLÝ, M, P NOVOTNÝ a **Bronislav KRAČMAR**. *Kanoistika*. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0071-4.

BISHOP, D, D BONETTI a **B DAWSON**. The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001, **33**(6), 1026-1032.

BISHOP, D, D BONETTI a **M SPENCER**. The effect of an intermittent, high-intensity warm-up on supramaximal kayak ergometer performance. *Journal of Sports Sciences*. 2003, **21**(1), 13-20. DOI: 10.1080/0264041031000070912. ISSN 0264-0414. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0264041031000070912>

BJERKEFORS, A., A. JANSSON a **A. THORSTENSSON**. Shoulder muscle strength in paraplegics before and after kayak ergometer training. *Europe Journal of Applied Physiology*. 2006, **97**(5), 613-618.

CARRASCO, L., D. MARTÍNEZ, H. MOISÉS, C. SAÑUDO a O. NICOLAE. Ergometric Testing For Top-Level Kayakers: Validity and Reliability of a Discontinuous Graded Exercise Test. *Kinesiologia Slovenica*. 2010, **16**(1), 16-19.

CUNINGHAME, N. M. An investigation to identify changes in power of the kayaking stroke following manipulation of the cervical spine in asymptomatic kayakers. Durban, 2009. Disertační práce.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1988. ISBN 08-058-0283-5.

DAVÍDEK, P. Vliv DNS na sílu záběru u rychlostních kajakářů. Praha, 2014. Diplomová práce. Karlova univerzita, 2. Lékařská fakulta. Vedoucí práce Alena Kobesová.

DAVÍDEK, P, R ANDEL a A KOBESOVA. Influence of Dynamic Neuromuscular Stabilization Approach on Maximum Kayak Paddling Force. *Journal of Human Kinetics*. 2018, **61**(1), 15-27. DOI: 10.1515/hukin-2017-0127. ISSN 1899-7562. Dostupné také z: <http://content.sciendo.com/view/journals/hukin/61/1/article-p15.xml>

DUFKOVÁ, A. Srovnání kineziologického obsahu pohybu při záběru vpřed na rychlostním kajaku a pádlovacím trenažeru. Praha, 2011. Disertační práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu UK. Vedoucí práce Bronislav Kračmar.

DUNGL, P. Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.

EBENBICHLER, GR, LI ODDSSON, J KOLLMITZER a Z ERIM. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001, **33**(11), 1889-1898.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J, T ELLENBECKER, D SANZ-RIVAS, A ULBRICHT a A FERRAUTIA. Effects of A 6-Week Junior Tennis Conditioning Program on Service Velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2013, **12**(2), 231-239.

FIBÍR, A. Hodnocení výsledků v chirurgii ruky z pohledu pacienta. *Ortopedie*. 2011, **5**(2). ISSN 1802-1727.

FLEMING, N., B. DONNE a N. MAHONY. Electromyographic and kinesiological analysis of the kayak stroke, comparison of on-water and on-ergometer data across exercise intensity. *Journal of Sports and Science Medicine*. 2007, **4**, 18-28.

FLEMING, N., B. DONNE, D. FLETCHER a N. MAHONY. A biomechanical assessment of ergometer task specificity in elite flatwater kayakers. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2012, **11**, 16-26.

FRANK, C, A KOBESOVA a P KOLAR. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2013, **8**(1), 62-73.

HAGEMANN, G, AM RIJKE a M MARS. Shoulder pathoanatomy in marathon kayakers. *British journal of Sports Medicine*. 2004, **38**, 413-417.

HASS, Ch, M FEIGENBAUM a B FRANKLIN. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. *Sports Medicine*. 2001, **31**(14), 953-964. DOI: 10.2165/00007256-200131140-00001. ISSN 0112-1642. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200131140-00001>

HARRIS, A, J MCGREGOR, E PERENCEVICH, J FURUNO, J ZHU, D PETERSON a J FINKELSTEIN. The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2006, **13**(1).

HEINLEIN, S a A COSGAREA. Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2010, **2**(6), 519-525. DOI: 10.1177/1941738110377611. ISSN 1941-7381. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738110377611>

HELLER, J a P VODICKA. Upper body aerobic and anaerobic capacity in elite white-water slalom paddlers. *Acta Universitatis Carolinae, Kinanthropologica*. 2005, **41**(1), 19-26.

HELLER, J a P VODIČKA. Vývoj aerobní a anaerobní kapacity horních končetin u rychlostních kanoistů: aspekty věku a pohlaví. *Česká kinantropologie*. 2012, **16**(3), 239-252.

HENSEL, P, M PERRONI a E LEAL. Musculoskeletal injuries in athletes of the 2006 season's Brazilian women's speed canoeing team. *Acta Ortopedica Brasileira*. 2008, **16**(4), 233-237.

HERZOG, W, D SCHEELE a P CONWAY. Electromyographic Responses of Back and Limb Muscles Associated With Spinal Manipulative Therapy. *Spine*. 1999, **24**(2), 146-152. DOI: 10.1097/00007632-199901150-00012. ISSN 0362-2436. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00007632-199901150-00012>

HILLS, M a P ARMITAGE. The two-period cross-over clinical trial. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 1979, **8**(1).

HODGES, P a C RICHARDSON. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*. 1997, **114**(2), 362-370. DOI: 10.1007/PL00005644. ISSN 0014-4819. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/PL00005644>

HODGES, P a C RICHARDSON. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of Spinal Disorders*. 1998, **11**(1), 46-56.

HODGES, P a S GANDEVIA. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*. 2000a, **522**(1), 165-175. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm. ISSN 00223751. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm>

HODGES, P a S GANDEVIA. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*. 2000b, **89**(3), 967-976. DOI: 10.1152/jappl.2000.89.3.967. ISSN 8750-7587. Dostupné také z: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.2000.89.3.967>

HODGES, P. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Experimental Brain Research*. 2001, **141**(2), 261-266. DOI: 10.1007/s002210100873. ISSN 00144819. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s002210100873>

HODGES, P, R SAPSFORD a L PENGEL. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics*. 2007, **26**(3), 362-371. DOI: 10.1002/nau.20232. ISSN 07332467. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/nau.20232>

HOLLANDER, K, A ARGUBI-WOLLESEN, R REER a A ZECH. Comparison of Minimalist Footwear Strategies for Simulating Barefoot Running: A Randomized Crossover Study. *PLOS ONE*[online]. 2015, **10**(5) [cit. 2019-11-10]. DOI: 10.1371/journal.pone.0125880. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0125880>

CHAITOW, L, D BRADLEY a Ch GILBERT. Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach. 2nd ed. London: Elsevier, 2014. ISBN 978-0-7020-4980-4.

CHALÉAT-VALAYER, E, J MAC-THIONG, J PAQUET, E BERTHONNAUD, F SIANI a P ROUSSOULY. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *European Spine Journal*. 2011, **20**(5), 634-640. DOI: 10.1007/s00586-011-1931-2. ISSN 0940-6719. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-011-1931-2>

CHONG-HOON, L. a N. KI-JEONG. Analysis of the Kayak Forward Stroke According to Skill Level and Knee Flexion Angle. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology*. 2012,**4**(4), 41-48.

JESTER, A, A HARTH, G WIND, G GERMANN a M SAUERBIER. Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Questionnaire: Determining Functional Activity Profiles in Patients with Upper Extremity Disorders. *Journal of Hand Surgery*. 2005, **30**(1), 23-28. DOI: 10.1016/J.JHSB.2004.08.008. ISSN 0266-7681. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1016/J.JHSB.2004.08.008>

JOHANSSON, A, U SVANTESSON, J TANNERSTEDT a M ALRICSSON. Prevalence of shoulder pain in Swedish flatwater kayakers and its relation to range of motion and scapula stability of the shoulder joint. *Journal of Sports Sciences*. 2016, **34**(10), 951-958. ISSN 0264-0414.

KAMEYAMA, O, K SHIBANO, H KAWAKITA, R OGAWA a M KUMAMOTO. Medical check of competitive canoeists. *Journal of Orthopaedic science*. 1999, **4**(4), 243-249.

KIBLER, W, T CHANDLER, B LIVINGSTON a E ROETERT. Shoulder Range of Motion in Elite Tennis Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 1996, **24**(3), 279-285. DOI: 10.1177/036354659602400306. ISSN 0363-5465. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354659602400306>

KIBLER, WB, J PRESS a A SCIASCIA. The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Medicine*. 2006, **36**(3), 189-198.

KOBESOVÁ, A, P VALOUCHOVÁ a P KOLÁŘ. Dynamic neuromuscular stabilization: Exercise based on developmental kinesiology models. LIEBENSON, C. *Functional training handbook*. Philadelphia: Wolters & Kluwer, 2014, s. 25-51. ISBN 978-1-58255-920-9.

KOBESOVÁ, A, M ŠAFÁŘOVÁ a P KOLÁŘ. Dynamic neuromuscular stabilization: exercise in developmental positions to achieve spinal stability and functional joint centration. HUTSON, M a A WARD. *Oxford Textbook of Musculoskeletal Medicine*. 2nd ed. Londýn: Oxford University Press, 2015a, s. 678-689. DOI: 10.1093/med/9780199674107.003.0061. ISBN 9780199674107. Dostupné také z: <http://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780199674107.001.0001/med-9780199674107-chapter-61>

KOBESOVA, A, J DZVONÍK, P KOLÁŘ, A SARDINA a R ANDEL. Effects of shoulder girdle dynamic stabilization exercise on hand muscle strength. *Isokinetics and Exercise Science*. 2015b, **23**(1), 21-32. DOI: 10.3233/IES-140560. ISSN 18785913.

KOBESOVÁ, A, P KOLÁŘ a NØRGAARD. Dynamic Neuromuscular Stabilization. ŘASOVÁ, K. *Neurorehabilitation of people with impaired mobility – therapeutic interventions and assessment tools*. Praha: Karolinum, 3. Lékařské Fakulta UK, 2017, s. 145-162. ISBN 978-80-87878-07-1.

KOBESOVÁ, A, R ANDEL, K ČÍŽKOVA, P KOLÁŘ a J KRÍŽ. Can Exercise Targeting Mid-Thoracic Spine Segmental Movement Reduce Back Pain and Improve Sensory Perception in Cross-Country Skiers?. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2019, (1). DOI: 10.1097/JSM.0000000000000699. ISSN 1050-642X. Dostupné také z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00042752-900000000-99097>

KOBESOVÁ, A, P DAVÍDEK, C MORRIS, R ANDEL, M MAXWELL, L OPLATKOVÁ, M ŠAFÁŘOVÁ, K KUMAGAI a P KOLÁŘ. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. **in press**. DOI: 10.1016/j.jbmt.2020.01.009. ISSN 13608592. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1360859220300231>

KOLÁŘ, P. Vadné Držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*. 2002, č. 3, s. 106-109.

KOLÁŘ, P a K LEWIT. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. 2005, **5**, 270-275.

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

KOLÁŘ, P. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře - terapie. *Rehabilitace a fyzikální Lékařství*. 2007, roč. 14, č. 1, s. 3-17.

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

KOLÁŘ, P, J ŠULC, M KYNČL, J NEUWIRTH, V BOKARIUS, J KRÍŽ a A KOBESOVÁ. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of applied physiology*. Bethesda, 2010, vol. 109., no. 4., s. 1064-1071. Dostupné z: <http://jap.physiology.org/content/109/4/1064.full-text.pdf+html>

KOLÁŘ, P, A KOBESOVÁ, P VALOUCHOVÁ a P BITNAR. Dynamic Neuromuscular Stabilization: Developmental kinesiology: Breathing stereotypes and postural-locomotion function. CHAITOW, L, D BRADLEY a Ch GILBERT. *Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach*. 2nd ed. Londýn: Elsevier, 2014, s. 11-22. DOI: 10.1016/B978-0-7020-4980-4.00002-2. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702049804000022>

KOLÁŘ, P, A KOBESOVÁ, P VALOUCHOVÁ a P BITNAR. Dynamic Neuromuscular Stabilization: assessment methods. CHAITOW, L, D BRADLEY a Ch GILBERT. Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach.. Londýn: Elsevier, 2014, s. 93-98. DOI: 10.1016/B978-0-7020-4980-4.00008-3. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702049804000083>

KOLÁŘ, P, A KOBESOVÁ, P VALOUCHOVÁ a P BITNAR. Dynamic Neuromuscular Stabilization: treatment methods. CHAITOW, L, D BRADLEY a Ch GILBERT. Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach.. Londýn: Elsevier, 2014, s. 163-167. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702049804000083>

KRAČMAR, B. Kineziologická analýza sportovního pohybu: studie lokomočního pohybu při jízdě na kajaku. Praha: Triton, 2002. ISBN 80-725-4292-3.

LAZAREV, A. Scotnošenije dvigatelnoj dejatelnosti i gazoobmena při prochozdenii distanci. Grebnoj sport. 1972, , 89-95.

LEETUN, DT, ML IRELAND, JD WILLSON, BT BALLANTYNE a IM DAVIS. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004, **36**(6), 926-934.

LEPHART, SM, JM SMOLIGA, JB MYERS, TC SELL a YS TSAI. An Eight-Week Golf-Specific Exercise Program Improves Physical Characteristics, Swing Mechanics, and Golf Performance in Recreational Golfers. The Journal of Strength and Conditioning Research. 2007, **21**(3), 860-869. DOI: 10.1519/R-20606.1. ISSN 1064-8011.

LEWIT, Karel. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, 2003. ISBN 80-866-4504-5.

MÁČEK, M a J MÁČKOVÁ. Fyziologie tělesných cvičení. Praha: Onyx, 1995. ISBN 80-852-2820-3.

MANCHADO, C, J GARCÍA-RUIZ, JM CORTELL-TORMO a J TORTOSA-MARTÍNEZ. Effect of Core Training on Male Handball Players' Throwing Velocity. *Journal of Human Kinetics*. 2017, **56**(1), 177-185. DOI: 10.1515/hukin-2017-0035. ISSN 1899-7562. Dostupné také z: <http://content.sciendo.com/view/journals/hukin/56/1/article-p177.xml>

McGILL, S, S GRENIER, N KAVCIC a J CHOLEWICKI. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003, **13**(4), 353-359. DOI: 10.1016/S1050-6411(03)00043-9. ISSN 10506411. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641103000439>

McGILL, SM a A KARPOWICZ. Exercises for Spine Stabilization: Motion/Motor Patterns, Stability Progressions, and Clinical Technique. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009, **90**(1), 118-126. DOI: 10.1016/j.apmr.2008.06.026. ISSN 00039993. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999308015050>

MUIR, B, JA KISSEL a DF YEDON. Intraosseous ganglion cyst of the humeral head in a competitive flat water paddler: case report. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2011, **55**(4), 294-301.

NESSER, TW, KC HUXEL, JL TINCHER a T OKADA. The Relationship Between Core Stability and Performance in Division I Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, **22**(6), 1750-1754. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181874564. ISSN 1064-8011. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-200811000-00005>

ODDSSON, LI. Control of voluntary trunk movements in man. Mechanisms for postural equilibrium during standing. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*. 1990, **140**(595), 1-60.

PANJABI, MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. 1992, **5**(4), 383-389.

PANZA, G, J STADLER, D MURRAY, N LERMA, T BARRETT, R PETTIT-MEE a JE EDWARDS. Acute Passive Static Stretching and Cramp Threshold Frequency. *Journal of Athletic Training* [online]. 2017, **52**(10), 918-924 [cit. 2019-11-09]. DOI: 10.4085/1062-6050-52.7.03. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6050-52.7.03>

PALMER, T, TL UHL, D HOWELL, TE HEWETT, K VIELE a CG MATTACOLA. Sport-Specific Training Targeting the Proximal Segments and Throwing Velocity in Collegiate Throwing Athletes. *Journal of Athletic Training*. 2015, **50**(6), 567-577. DOI: 10.4085/1062-6040-50.1.05. ISSN 1062-6050. Dostupné také z: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6040-50.1.05>

PEDERSEN, SJL, R MAGNUSSEN, E KUFFEL a S SEILER. Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 2006, **38**(5), 243.

PELHAM, TW, LE HOLT a RE STALKER. The etiology of paddler's shoulder. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. 1995, **27**(2), 43-47.

PROKOPY, MP, CD INGERSOLL, E NORDENSCHILD, FI KATCH, GA GAESSER a A WELTMAN. Closed-Kinetic Chain Upper-Body Training Improves Throwing Performance of NCAA Division I Softball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, **22**(6), 1790-1798. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318185f637. ISSN 1064-8011. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-200811000-00011>

REED, CA, KR FORD, GD MYER a TE HEWETT. The effects of isolated and integrated 'core stability' training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports Medicine*. 2012, **42**(8), 697-706.

REESER, J, E JOY, Ch PORUCZNIK, R BERG, E COLLIVER a S WILLICK. Risk Factors for Volleyball-Related Shoulder Pain and Dysfunction. 2010, **2**(1), 27-36. DOI: 10.1016/j.pmrj.2009.11.010. ISSN 19341482. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1016/j.pmrj.2009.11.010>

RIDGE, B, F PYKE a A ROBERTS. Responses to kayak ergometer performance after kayak and bicycle ergometer training. *Medicine and Science in Sports*. 1976, **8**(1), 18-22.

RICHARDSON, C, G JULL, P HODGES a J HILDES. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999.

RICHARDSON, C, Ch SNIJDERS, J HIDES, L DAMEN, M PAS a J STORM. The Relation Between the Transversus Abdominis Muscles, Sacroiliac Joint Mechanics, and Low Back Pain. *Spine*. 2002, **27**(4), 399-405. DOI: 10.1097/00007632-200202150-00015. ISSN 0362-2436. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00007632-200202150-00015>

RICHARDSON, C, P HODGES a J HIDES. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 2004. ISBN 04-430-7293-0.

SAETERBAKKEN, AH, R van den TILLAAR a S SEILER. Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, **25**(3), 712-718. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181cc227e. ISSN 1064-8011. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201103000-00019>

SEILER, S, P SKAANES a G KIRKESOLA. Effects of sling exercise training on maximal clubhead velocity in junior golfers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006, **38**(2), 286-292.

SENBURSA, G, G BALTACI a A ATAY. Comparison of conservative treatment with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome: a prospective, randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2007, **15**(7), 915-921. DOI: 10.1007/s00167-007-0288-x. ISSN 0942-2056. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-007-0288-x>

SHARROCK, C, J CROPPER, J MOSTAD, M JOHNSON a T MALONE. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship?. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011, **6**(2), 63-74.

SILFIES, S, D EBAUGH, M PONTILLO a C BUTOWICZ. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *The Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2015, **19**(5), 360-368.

SOMEREN, K. A. a G. DUNBAR. Supramaximal testing on a kayak ergometer: Reliability and physiological responses. *Journal of Sports Science*. 1997, **15**, 33-34.

SOMEREN, K., G. PHILLIPS a G. PALMER. Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. *International Journal of Sports Medicine*. 2000, **21**(3), 200-204.

SOMEREN, K. a J. OLIVER. The efficacy of ergometry determined heart rates for flatwater kayak training. *International Journal of Sports Medicine*. 2002, **23**(1), 28-32.

SOMEREN, K. A. a G. S. PALMER. Prediction of 200-m Sprint Kayaking Performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 2003, **28**(4), 505-517.

SOMEREN, K. A. a G. HOWATSON. Prediction of Flatwater Kayaking Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2008, **3**, 207-218.

SPRIGINGS, E, P MCNAIR, G MAWSTON, D SUMNER a M BOOCOCK. A method for personalising the blade size for competitors in flatwater kayaking. *Sports Engineering*. 2006, **9**(3), 147-153. DOI: 10.1007/BF02844116. ISSN 1369-7072. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/BF02844116>

ŠAFÁŘOVÁ, M, A KOBESOVÁ a P KOLÁŘ. Dynamic neuromuscular stabilization and the role of central nervous system control in the pathogenesis of musculoskeletal disorders. HUTSON, M a A WARD. *Oxford Textbook of Musculoskeletal Medicine*. 2nd ed. Oxford University Press, 2015, s. 66-83. DOI: 10.1093/med/9780199674107.003.0008. ISBN 9780199674107. Dostupné také z: <http://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780199674107.001.0001/med-9780199674107-chapter-8>

TANNER, R K a Ch J GORE. *Physiological Tests for Elite Athletes*. 2nd ed. Champaign: Human kinetics, 2013. ISBN 9780736097116.

du **TOIT, P, G SOLE a TD NOAKES.** Incidence and causes of tenosynovitis of the wrist extensors in long distance paddle canoeists. *British Journal of Sports Medicine*. 1999, **33**(2), 105-109.

TREVITHICK, B, K GINN, M HALAKI a R BALNAVE. Shoulder muscle recruitment patterns during a kayak stroke performed on a paddling ergometer. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2007, **17**(1), 74-79. DOI: 10.1016/j.jelekin.2005.11.012. ISSN 10506411. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S105064110600006X>

TROCHIM, W a J DONNELLY. *The Research Methods Knowledge Base*. 3. vyd. Mason: Atomic Dog, 2006. ISBN 9781592602919.

VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2. Praha: Triton, 2007. ISBN 80-725-4837-9.

VOJTA, V a A PETERS. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. 3. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2710-3.

WASSINGER, CA, JB MYERS, TC SELL, S OYAMA, EN RUBENSTEIN a SM LEPHART. Scapulohumeral kinematic assessment of the forward kayak stroke in experienced whitewater kayakers. *Sports Biomechanics*. 2011, **10**(2), 98-109.

WYKE, B. *Articular neurology and manipulative therapy*. Toronto: Canadian Memorial Chiropractic College, 1982.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Dvojstěnný válec stabilizující trup dle Sharrocka

Obrázek č. 2 Kajakářský ergometr DansSprint

Obrázek č. 3 Display ergometru zobrazující aktuální a maximální výkon.

Obrázek č. 4 Tříměsíční poloha na zádech

Obrázek č. 5 Pozice vzpřímeného sedu

Obrázek č. 6 Poloha na čtyřech

Obrázek č. 7 Vysoký dřep

Obrázek č. 8 Pozice medvěda

SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1 Charakteristika cílového souboru

Tabulka č. 2 Průměr a statistický rozdíl maximálního výkonu v čase

Tabulka č. 3 Průměr a statistický rozdíl dotazníku DASH v čase

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Maximální výkon na kajakářském trenážeru u jednotlivých skupin v čase

Graf č. 2 DASH skóre v čase u jednotlivých skupin