

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Autoreferát disertační práce

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

Vedoucí diplomové práce:

Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Vypracoval:

Mgr. Pavel Davídek

Praha, 2020

Vědní obor: Kinantropologie

Název práce: Ovlivnění maximálního výkonu na kajakářském trenažéru
metodou Dynamické neuromuskulární stabilizace u rychlostních
kajakářů

Autor: Mgr. Pavel Davídek

Školitel: Doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Školící pracoviště: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu

Abstrakt

Název práce: Ovlivnění maximálního výkonu na kajakářském trenažéru metodou Dynamické neuromuskulární stabilizace u rychlostních kajakářů

Cíl práce: Cílem této disertační práce je zhodnotit vliv Dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS) na maximální výkon na kajakářském trenažéru a omezení horní končetiny u vrcholových rychlostních kajakářů.

Metoda: Tato studie je kvantitativním výzkumem teoreticko-empirické práce, kde je použita quasi experimentální metoda a crossover design. Studie se zúčastnilo 30 vrcholových rychlostních kajakářů (muži a ženy ve věku 17 – 25 let). Soubor byl randomizovaně rozdělen do experimentální (skupina A) a kontrolní skupiny (skupina B). Při výzkumu byl použit cross over design, kdy experimentální skupina zařadila do sezónního 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 trenažéru pomocí 20s testu a omezení horní končetiny hodnocené standardizovaným dotazníkem DASH.

Výsledky: Výsledky disertační práce jasně odpověděli na zvolené vědecké otázky. Studie potvrdila pozitivní vliv integrace cviků dle DNS do sportovního tréninku rychlostních kajakářů. Nácvik trupové stabilizace dle DNS se pozitivně projevil na maximálním výkonu na kajakářském trenažéru a na míře omezení horní končetiny hodnocené dotazníkem DASH. Tento koncept je tedy vhodným kompenzačním cvičením pro rychlostní kajakáře a měl by být zařazen do sportovní přípravy nejen rychlostních kajakářů, ale i ostatních sportovců.

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

1 ÚVOD

Rychlostní kanoistika patří mezi silově vytrvalostní sporty. Sportovní příprava rychlostních kajakářů je tedy zaměřena na aerobně-anaerobní zátěž na vodě a na silový trénink v posilovně. Obě tyto složky sebou přinášejí riziko zranění. V důsledku velkých tréninkových dávek na vodě i v posilovně se mohou u rychlostních kajakářů vyskytovat poranění z opakovaného přetížení. Nejčastěji se jedná o poranění muskuloligamentózního aparátu ramenního pletence (impingement syndrom ramenního kloubu, bicipitální tendinitida a ruptura svalů rotátorové manžety) (Hagemann et al., 2004).

Sportovní výkon je ovlivněn řadou faktorů: pohybovými schopnostmi, technikou, psychikou, somatickými faktory a taktikou (Vala et al., 2013). Mezi pohybové schopnosti řadíme kromě rychlosti, síly, vytrvalosti, koordinace a flexibility i kvalitu stabilizačního systému páteře. Význam stabilizační funkce trupu pro generování síly ve všech sportovních aktivitách je stále více skloňován. 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). Přestože je vzájemný vztah sportovního výkonu a trupové stabilizace znám už řadu let a přestože se v rychlostní kanoistice 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 založený na principech vývojové kineziologie sloužící k nácviku a posílení globálních posturálních vzorů. Cílem konceptu je tedy dosáhnout optimální trupovou stabilizaci, která umožní efektivní pohyb (Kobesová, Davídek, Morris et al., in press). Prostřednictvím technik DNS ovlivňujeme sval v jeho posturálně lokomoční funkci. Běžné posilování většinou vychází z analytického cvičení. Pokud ale chceme sval posilovat efektivně s ohledem na jeho funkce, nemůžeme vycházet pouze z anatomických parametrů. Proto při posilování svalu jsou aktivovány i svaly, které s vlastním pohybem přímo nesouvisí, ale zajišťují stabilizaci úponů primárních svalů např. při posilování prsních svalů se současně aktivuje bránice, břišní svaly a zádové svaly atd.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Zranění v rychlostní kanoistice

Častou příčinou poranění u rychlostních kajakářů jsou mikrotraumata, která vznikají pravděpodobně následkem přetížení, tření nebo extrémní cyklické zátěže lokalizované pouze na jednom místě těla. Na vzniku zranění se podílejí 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 (Hensel et al., 2008).

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%. V podrobném výčtu nemůžeme opomenout zánět šlach extenzorů zápěstí, jehož incidence se vyskytuje kolem 20 % (Hagemann et al., 2004; Kameyama et al., 1999).

Příčinou obtíží v oblasti kajakářského ramene bývá funkční porucha, která vyústí v strukturální nález. Nejčastěji se jedná o impingement syndrom, bicipitální tendonitidu, glenohumerální dislokaci a ruptury rotátorové manžety. 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 redukují subakromiální prostor ještě více (Pelham et al., 1995).

2.2 Ovlivnění sportovního výkonu tréninkem trupové stabilizace

Sportovci se neustále snaží zlepšit svůj výkon. V řadě sportů bývá do kondiční přípravy zařazeno posilování středu těla. Otázkou pak je, jak a zda zlepšení síly a trupové stabilizace zlepši sportovní výkon (Reed et al., 2012). Trénink trupové stabilizace je často doporučován při rehabilitaci sportovních úrazů, prevenci zranění a zlepšení sportovního výkonu (Seiler et al., 2006).

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).

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).

Je velmi obtížné izolovat pouze vliv tréninku trupové stabilizace na atletický výkon, přesto výzkum potvrzuje, že trénink trupové stabilizace má na něj přímý vliv (Reed et al., 2012). 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). 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).

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).

2.3 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 a jiných zevních sil. Nejedná se 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 (Kolář, 2002). Není možné dosáhnout a udržet vzpřímený stoj, sed ani jakoukoliv jinou polohu těla bez posturální stabilizace, která je zajištěna koordinovanou aktivitou agonistů a antagonistů. Cílem CNS 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).

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. multifidi, 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).

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)

2.4 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 spouštěvých zón, funkční dynamická centrace 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 též 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.

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).

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).

3 CÍL, HYPOTÉZY PRÁCE

3.1 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.

3.2 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?

3.3 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.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 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 probandi 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.

4.2 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. Etická komise vyjádřila souhlasné stanovisko s výzkumem. 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 genderově vyvážené.

4.3 Sběr dat

Analýza maximálního výkonu probíhala na kajakářském ergometru značky Dansprint. Po pětiminutovém rozehrání následoval dvacetisekundový test maximálním úsilím. Ergometr zaznamenal maximální výkon během testu.

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 1,262075 + 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).

Subjektivně hodnocená míra omezení horní končetiny byla měřena pomocí standardizovaného dotazníku DASH „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“. Zkoumaný subjekt hodnotil omezení horní končetiny při provádění běžné denní činnosti a sportovních aktivit. Dotazník se skládá z 34 otázek. Číselná hodnota v rozmezí 1 - 5 určuje míru omezení při provádění dané činnosti (Jester et al., 2005).

4.4 Průběh výzkumu

Výzkum proběhl během mimosezónní sportovní přípravy v roce 2017. K získání výzkumných dat jsme použili dotazník DASH a kajakářský ergometr. 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 jihoaustřalským 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 <i>(N = 30)</i> 20 mužů 10 žen	Skupina A <i>(N = 15)</i> 10 mužů 5 žen	Skupina B <i>(N = 15)</i> 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	0,93
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.

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.

4.5 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).

5 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.

5.1 Výsledky maximálního výkonu na kajakářské ergometru

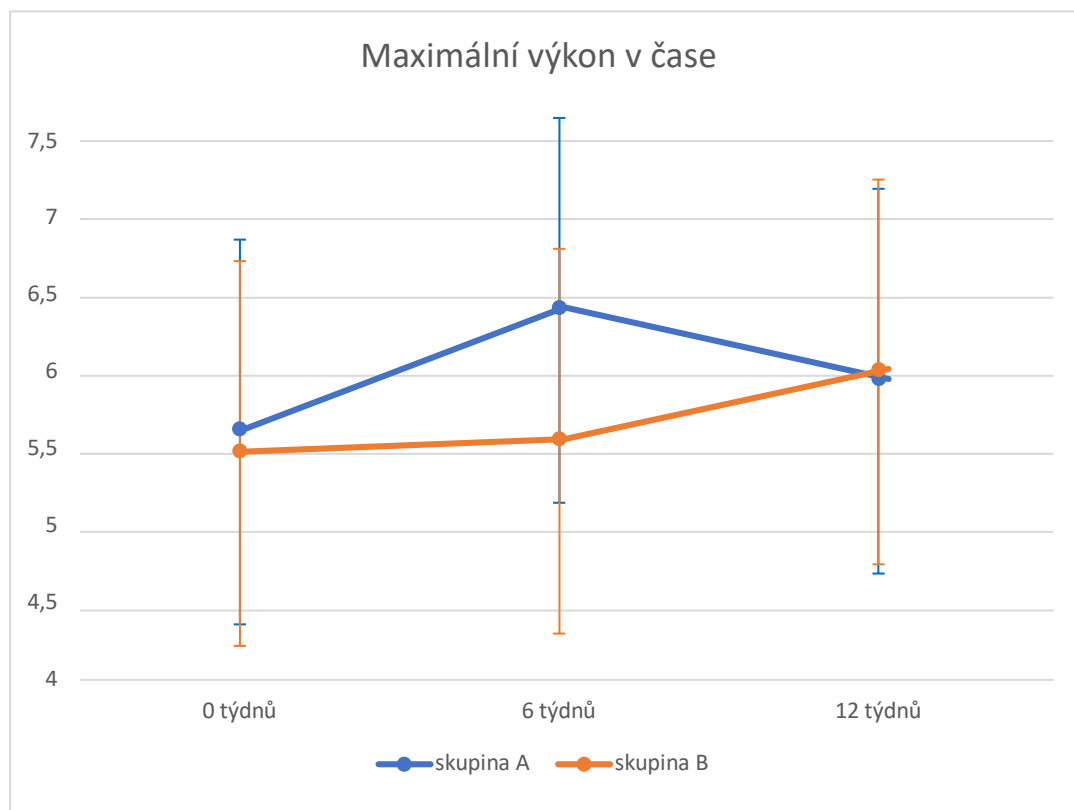
Po skončení první fáze intervence se maximální výkon na kajakářském trenažéru u experimentální skupiny (skupina A) zvýšil z iniciálních 5,63 (SD \pm 1,26) na 6,42 (SD \pm 1,23) W/kg, což je zlepšení o 14,11 % ($p = 0,103$). U kontrolní skupiny (skupina B) se maximální výkon zvýšil pouze o 1,32 % ($p = 0,875$) 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 výkon 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.

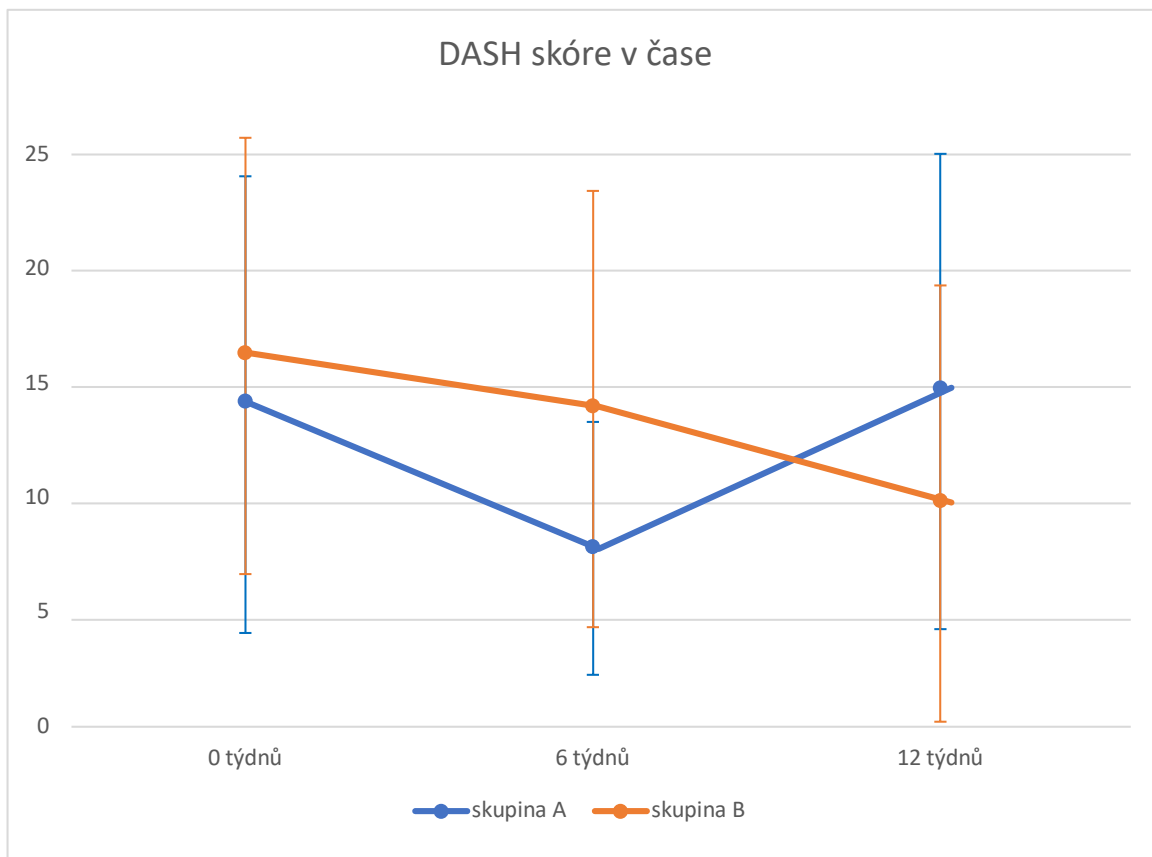
5.2 Výsledky dotazníku DASH

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
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.*

6 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. Výzkum dokončilo všech 30 probandů, ale 3 probandi byli při zpracování výsledků vyloučeni na základě vysoké absence při cvičení trupové stabilizace dle DNS.

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 pletence 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.

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.

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.

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.

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.

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.

7 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.

POUŽITÁ LITERATURA V AUTOREFERÁTU

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. *Sportmetre 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.

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

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.

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.

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>

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.

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

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>

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>

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, 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 KŘÍŽ 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>

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>

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>

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.

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>

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.

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

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

VALA, Roman, Igor DUVÁČ, David ZAHRADNÍK, Miriam KALICHOVÁ a Petr POŽÁREK. *Výzkum ve sportovním tréninku: monografie*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6191-0.

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.