

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Transfer silových předpokladů do provedení záběrových pohybů  
plaveckého způsobu kraul**

Autoreferát disertační práce v oboru Kinantropologie

Autor: Mgr. Daniel Jurák

Pracoviště: UK FTVS Laboratoř sportovní motoriky, Katedra plaveckých sportů

Školitel a vedoucí práce: prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Disertační práce byla zpracována v průběhu doktorského studia v letech (2010 – 2018).  
disertační práce představuje původní rukopis. S jejím plným textem je možné se seznámit  
v Ústřední tělovýchovné knihovně, José Martího 31, Praha 6, 162 52

## ÚVOD

Ve vodním prostředí musí plavec opakovaně překonávat odpor vody, který pohybem těla ve vodě vzniká. Odpor vody plavec překonává svalovou silou v záběrových pohybech, které se pravidelně opakují. Velikost svalové síly vynakládané během záběru souvisí s měnícími se hydrodynamickými a biomechanickými podmínkami v průběhu pohybu plavce vodou a vytváří různě velkou hnací sílu, která přímo ovlivňuje úroveň a rychlost plavání. Schopnost opakovaně překonávat nebo brzdit nemaximální odpor, případně jej po delší dobu udržovat vnímáme jako silovou vytrvalost. Úroveň silové vytrvalosti závisí na úrovni maximální síly, na energetickém zásobení svalu a aktivaci CNS (Lehnert et al., 2018).

Zvyšování svalové síly tréninkem ve vodě je omezené, protože podmínky vodního prostředí neumožňují dostatečně efektivně ovlivňovat obecnou silovou kapacitu plavce. Je to způsobeno vlastním odporem vodního prostředí, které má nižší efekt na rozvoj svalové síly než cvičení na suchu. Z těchto důvodů se část „specifického“ silového tréninku realizuje mimo vodní prostředí, i když víme, že tréninkem na suchu ztrácí své specifické podmínky (Juřina, 1984). Manipulace s objemem a intenzitou cvičení na suchu je jednodušší a má větší efekt než v rozvoji síly ve vodě. Silová příprava na suchu může být velmi intenzivní a není omezována žádným jiným faktorem, který ve vodě rychlost plavání, a tím i odpor vody, vytváří (Clarys et al., 1974).

Přenos získané svalové síly posilovacím tréninkem na suchu do plaveckého výkonu ale není jednoznačný. Silově disponovaný plavec nemusí být nejrychlejší. Svalová síla je nutná, nikoliv postačující podmínka k dosažení maximálního výkonu. Výzkumy se zmiňují o tom, že test maximální svalové síly vztahované k plaveckému výkonu není významným prediktorem plaveckého výkonu (Stager, Tanner, 2005; Aspenes a Karlsen, 2012). Rovněž nesprávně realizované posilování na suchu i ve vodě může vést k hypertrofii, k narušení rozsahu pohybu, ke snížení senzomotorického vnímání vodního prostředí a tím i ke změně plavecké techniky. Důležitá je dovednost stanovit minimální objem tréninku, který zajistí požadovanou úroveň svalové síly, a která negativně neovlivní parametry techniky a výkonu. Ztráta senzomotorického vnímání vodního prostředí je nenahraditelná. Do určité míry sice může silová příprava na suchu probíhat pomocí imitovaných cvičení, nicméně vždy stojíme před problémem, jak tyto získané dovednosti a předpoklady využít v přirozených podmínkách plavání. Jedná se o problém přenosu (transferu) pohybových schopností a trénovanosti do zlepšení plaveckého výkonu (Maglischo, 2016, Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

Bylo dokázáno, že účinek silového tréninku, který byl prováděn na suchu, je nižší než účinek silového tréninku uskutečňovaného ve vodě (Cronin et al., 2007; Breed a McElroy, 2000; Cossor, Blanksby, Elliott, 1999; Tanaka a Swensen, 1998; Bulgakova, Vorontsov, Fomichenko, 1990). Jako nejúčinnější ze zkoumaných modelů posilování na suchu a ve vodě se jeví kombinace tréninku síly v semi-specifickém a specifickém modelu posilování, který má tendenci pozitivně ovlivnit plavecký výkon v disciplínách do 200 m (Tanaka et al., 1994).

## **CÍL, HYPOTÉZY, ÚKOLY PRÁCE**

### **CÍL PRÁCE**

Cílem práce je ověřit, zda řízená intervence, jejímž obsahem je nespecifické a specifické posilování horních končetin na suchu a ve vodě, pozitivně ovlivní transfer svalové síly do plavecké techniky a plaveckého výkonu.

### **HYPOTÉZY**

H1: Posilování horních končetin na suchu po dobu tří měsíců a četnosti cvičení dvakrát týdně významně ovlivní frekvenci a délku záběru techniky kraul u plavců bez plavecké kariéry.

H2: Posilování horních končetin ve vodě po dobu tří měsíců a četnosti cvičení dvakrát týdně významně ovlivní frekvenci a délku záběru techniky kraul u plavců bez plavecké kariéry.

H3: Posilování horních končetin na suchu a ve vodě po dobu tří měsíců a četnosti cvičení dvakrát týdně významně ovlivní plavecký výkon na 50 m kraul u plavců bez plavecké kariéry.

### **ÚKOLY PRÁCE**

- Zpracovat rešerši literatury vztahující se k řešené problematice.
- Vytvořit metodiku testování vhodnou pro náš typ výzkumu, plus připravit protokoly jednotlivých testů.
- Navrhnout intervenční pohybový program, jeho skladbu a efekt ověřit v pilotní studii a následně jej upravit pro použití v rámci výzkumného projektu.
- Sestavit výzkumný soubor z plavců bez plavecké kariéry a rozdělit je na experimentální a kontrolní skupiny.
- Provést test antropometrických ukazatelů probandů.
- Připravit intervenční silový program ve vodě a na suchu
- Provést pretest experimentálních a kontrolní skupiny.

- Aplikovat sestavený intervenční silový program na probandy z experimentálních skupin po dobu trvání intervenčního silového programu.
- Provést posttest po skončení aplikace intervenčního silového programu.
- Statisticky zpracovat a vyhodnotit výsledky intervenčního silového programu a na základě praktických zkušeností a získaných výsledků vytvořit doporučení pro praxi.

## SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI

Plavecká lokomoce je charakteristická přerušovaným působením propulzních sil, jejichž velikost musí být dostatečná k překonání odporu vodního prostředí. Propulzní síly jsou tvořeny střídavými pohyby horních a dolních končetin, které způsobují kolísání rychlosti plavce. Nejčastěji používané plavecké způsoby využívají různých kombinací záběrových pohybů horních i dolních končetin a jsou charakteristické odlišnou frekvencí záběrů, odporem vodního prostředí a rychlostí pohybu, který přispívá k variabilnímu výkonu v plavání. Plavecká technika je tedy efektivnější, je-li kolísání okamžité rychlosti nejmenší (Motyčka, 1979; Pendergast et al., 2006).

Hydrodynamická poloha plavce je ovlivněna fyzikálními vlastnostmi vodního prostředí, rychlostí pohybu a hustotou lidského těla. Polohu těla při plavání ovlivňuje odpor těla, společně s hydrostatickým tlakem a hydrodynamickým vztlakem na trupu a horních i dolních končetinách. Hydrodynamická poloha a adaptace na mechaniku nádechu a výdechu do vody umožňuje efektivně provádět záběrové pohyby. Oporná plocha záběrových pohybů a svalová síla vytváří propulzní síly, které pomáhají plavci k pohybu vpřed. Plavecká technika je tedy ovlivněna specificitou vodního prostředí, biomechanickými a hydrodynamickými faktory (Hofer a kol., 2012; Juřina, 1984).

### Svalová síla

Svalovou sílu definujeme jako schopnost vyvinout maximálně maximální sílu  $F_{mm}$ . Nebo v jiném smyslu můžeme sílu popisovat jako schopnost pomocí svalového úsilí překonávat vnější odpor nebo s ním spolupůsobit (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

Při používání pojmu “síla” je ale potřeba rozlišovat mezi silou jako fyzikální veličinou, která slouží k určení vzájemného působení mezi dvěma tělesy, a silou jako fyziologickou veličinou. V praxi se s tímto problémem můžeme setkat při všech pohybech lidského těla, kdy síla má vlastnosti vektoru a charakterizuje ji velikost, směr a působíště. V druhém případě musíme sílu vnímat z hlediska fyziologického – síla svalového stahu člověka (síla = schopnost svalové kontrakce při nenulovém odporu). Sílu v tomto případě

vnímáme jako zdroj pohybu člověka, která se podílí na realizaci tělesné aktivity k přemístění těla či jeho částí (Dovalil, 2002; Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

Zatsiorský a Kraemer (2014) z biomechanického hlediska člení sílu na základě jejího vnitřního a vnějšího působení. Působí-li síla mezi jednotlivými segmenty těla, hovoříme o tzv. vnitřní síle, působí-li mezi tělem sportovce a okolním prostředím, hovoříme o tzv. vnější síle. Z hlediska působení síly mezi jednotlivými částmi lidského těla, při svalové kontrakci nedochází k opakovaným pohybům, hovoříme o **statické síle** (výdrž ve dřepu, vzporu, visu). Pokud svalová kontrakce způsobuje pohyb částí těla prodlužováním (excentrická svalová kontrakce) nebo zkracováním svalu (koncentrická svalová kontrakce), hovoříme o **dynamické síle** (např. vzájemný pohyb předloktí a nadloktí při kraulovém záběru). Podle Zahradníka a Korvase (2012); Zatsiorského a Kraemera (2014) dynamickou sílu dělíme na:

- **Maximální sílu**, která se projevuje překonáváním vysokých vnějších odporů malou rychlostí konkrétní svalovou skupinou svalů zpravidla v jednom opakování.
- **Explozivní sílu**, která se projevuje překonáváním nízkých vnějších odporů nebo hmotností těla maximálním zrychlením při jednorázovém (acyklickém) pohybu zúčastněných segmentů.
- **Reaktivní sílu**, při kterých je člověk schopen realizovat svalový výkon v pohybových činnostech využívající cyklus protažení a následného zkrácení svalů v době trvání do 200 ms od zahájení.
- **Vytrvalostní sílu**, která se projevuje opakovaným překonáváním relativně nízkých odporů malou rychlostí při cyklických pohybech (plavání, veslování atd.).

Seliger, Vinařický, Trefný (1980) vzhledem k potřebám sportovního tréninku sílu pracovně definují jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí. Svalová kontrakce je mechanická odpověď, která nastává v průběhu svalového vzruchu a která je provázána souborem změn chemických a četnými průvodními jevy fyzikálně chemickými. Činnost svalstva můžeme chápat jako změnu napětí svalu, která se projevuje autonomním výkonem nebo pravidelnou interakcí člověka s vnějším prostředím.

Zatsiorsky a Kraemer (2014) se domnívají, že je potřeba rozlišovat mezi absolutní a relativní svalovou silou. Absolutní sílu definujeme jako nejvyšší hodnotu svalové kontrakce. Relativní síla představuje poměr mezi realizovaným silovým výkonem a tělesnou hmotností, kdy vydělíme maximální sílu hmotností těla. Praktický význam rozlišování maximální a relativní síly spočívá v tom, že v jednotlivých typech sportu používáme v rozvoji svalové síly různých prostředků a metod.

## Svalová síla v plaveckém výkonu

Ve sportech, jako je plavání, veslování a jízda na kajaku, se setkáváme s prostředím, které v interakci s pohybem končetin vytváří hydrodynamický odpor, který je úměrný druhé mocnině rychlosti pohybu. To znamená, že při nízkých rychlostech je těleso obtékané laminárně a odporová síla pokládána za přímo úměrnou rychlosti pohybu. Při vyšších rychlostech je proudění turbulentní a odporovou sílu obvykle považujeme za úměrnou druhé mocnině rychlosti, Zatsiorsky a Kraemer (2014):

$$F = k_2 \cdot V^2$$

kde  $F$  je síla,  $V^2$  je rychlost v poměru k vodě a  $k_2$  je koeficient hydrodynamického odporu.

Sharp et al., (1982) a Hofer et al. (2012) se shodují, že odpor pozitivně koreluje s druhou mocninou rychlosti, a že k dosažení nízké rychlosti je zapotřebí relativně málo propulzních sil. K dosažení vyšší rychlosti a k udržení propulzní síly v průběhu závodu je již nutné počítat s vysokými nároky na překonávání hydrodynamického odporu svalovou silou.

Pravidelně opakující se záběrové pohyby kladou velké nároky na svalovou sílu. Plavec, který naplave 8000 m za den, provede mezi 3200 až 4000 záběrových cyklů. Jestliže stejný plavec trénuje 6 dnů v týdnu, každá jeho paže provede 1 000 000 záběrů za rok. V souvislosti s dlouhodobě se opakujícím střídavým pohybem končetin je zřejmé, že silový trénink je důležitý nejen k vlastnímu výkonu, ale i jako prevence zranění (Scott a Scott 2015).

Svalovou sílu můžeme zvýšit téměř jakýmkoliv způsobem, za předpokladu, že frekvence a intenzita cvičení je vyšší než běžná aktivace svalového vlákna. Složitější je však proces, při kterém dochází k zvýšení svalové síly nebo výkonu (Komi, 1986).

S rozvojem svalové síly v tréninku na suchu vzniká problém, který se týká přenosu silových předpokladů do plaveckého výkonu a jejich objektivizace. Výzkum sice probíhá od roku 1980, ale nesystematicky. Dovednostní úroveň zkoumaných plavců v existující literatuře zahrnuje celé spektrum výkonnosti. Do výzkumu byli zahrnuti plavci nízké a vysoké výkonnostní úrovně, proto je obtížné výsledky výzkumu srovnávat. Ukázalo se, že korelace svalové síly s plaveckým výkonem je vyšší u plavců mladších a plavců s nižší úrovní plavecké techniky. Z výsledků výzkumu vyplývá, že při nízké úrovni tělesné kondice člověka dochází k velkému nárůstu svalové síly. Ve skupinách vysoké výkonnostní úrovně s ohledem na vysokou úroveň pohybových schopností a homogennost souboru byla korelace mezi silou a plaveckým výkonem nižší (Sharp, Troup a Costill, 1981; Miyashita a Kanehisa, 1983; Tanaka et al., 1994; Trappe a Person, 1994; Garrido et al., 2010).

Výsledky výzkumů dokazují, že svalová síla je nezbytným předpokladem k plaveckému výkonu, který ale není postačující. Silový trénink v plavání neslouží k tomu,

aby měl plavec velkou svalovou sílu, ale aby získal určitou prahovou úroveň, která mu zajistí maximální výkon. Tato prahová úroveň se vztahuje jak k obecnému, tak i specifickému rozvoji svalové síly. Obecný základ rozvíjí silové předpoklady, které jsou dále využity k realizaci specifického silového tréninku (Kondraske, 2010).

Zaměříme-li se na vztah mezi silovými testy realizovanými na suchu a výkonem ve vodě, jsou výsledky studií neprůkazné. Určitý vztah byl ale nalezen mezi maximální isokinetickou torzi v ramenním kloubu a plaveckým časem na 100 m kraul a mezi silovým výkonem horních končetin na Biokineticu a výkonem na 25 m sprint (Sharp, Troup a Costill, 1981). Rovněž bylo zjištěno, že síla měřená v záběrové fázi při maximálním úsilí na Biokineticu byly jediné proměnné, které souvisely s výkonem na 50m a 100m trati u vybrané skupině plavkyň (Vorontsov et al., 2006). Girolid et al., (2007) zjistili, že plavci významně zvýšili sílu a rychlost plavání po 12 týdenním silovém tréninku na suchu, který byl zaměřen na posilování horních končetin, ale také dolních končetin a trupu.

Silový trénink (v rámci suché přípravy) zvyšuje plavecký výkon (Girolid et al., 2007; Toussaint a Vervoorn, 1990; Trappe a Pearson 1994) a pozitivně ovlivňuje parametry, které vztahujeme k plaveckému výkonu, jako je zvýšení délky záběru (Toussaint a Vervoorn, 1990) a snížení frekvence záběru (Girolid et al., 2007). Silový trénink také pozitivně ovlivňuje nervosvalovou koordinaci a následně adaptaci, která má přímou vazbu na ekonomiku pracujícího svalu (Hoff, Gran, Helgerud, 2002), a to na zlepšení reflexního potenciálu, změnách synergistů, změnách kontrakce antagonistů a zvýšené elektromyografické aktivity svalů (Rouard, Quezel, Billat, 1992; Kiselev, 1991).

Rozvoj obecné síly na suchu je vhodné zařadit již do přípravné a základní etapy plaveckého tréninku. K rozvoji svalové síly v těchto etapách využíváme cvičení s vlastní vahou dítěte. Cílem etapy je stabilizovat sílu posturálních svalů, zpevnit a protáhnout svalové úpony. Cvičení na suchu vyvolává rychlejší změny ve vnitro-svalové koordinaci, pomáhá k posílení dynamické rovnováhy podpůrných svalů a zabraňuje vzniku zranění. Obecné silové předpoklady (síla trupu, horních i dolních končetin, zádového svalstva atd.) následně pozitivně ovlivňuje rozvoj silových předpokladů v komplexních podmínkách plaveckého výkonu (Brandon, 2006; Čechovská, 2005).

Rozvoj síly na suchu v základní, specializované a vrcholové etapě plaveckého tréninku je vhodné zaměřit specificky k danému plaveckému pohybu a disciplíně. Cvičení probíhá v horizontální nebo částečně horizontální poloze a jeho náplní je kromě stabilizace síly trupu rozvoj síly především horních a částečně i dolních končetin pomocí plavecké lavice,

speciálních ergometrů, expanderů a různých cviků s váhou vlastního těla (McLeod, 2010; Janík, 2004; Sharp et al., 1982).

Současně s rozvojem síly na suchu probíhá v základní, specializované a vrcholové etapě plaveckého tréninku i rozvoj síly ve vodě, který by měl být zaměřen zcela specificky a směřuje k maximálnímu výkonu. Rozvoj síly ve vodě ovlivňuje specifickou sílu v jakémkoliv věku, jen počet opakování nebo délku cvičení, je nutno upravovat vzhledem k aktuálnímu stavu tělesné kondice (Young, 2006; Čechovská, 2005; Sharp et al., 1982).

### **Souhrn k problematice rozvoje svalové síly v plaveckém tréninku**

V souvislosti s rychlostí pohybu plavce ve vodě vzniká menší či větší negativní odpor, který plavec opakovaně, svými záběrovými pohyby a vynaloženou svalovou silou překonává. Na základě těchto zjištění vnímáme plavecký výkon jako silově vytrvalostní.

Silově vytrvalostní výkon plavec realizuje nejen během závodů, ale i v tréninku, proto je nutné, aby velká část plaveckého tréninku byla zaměřena na rozvoj obecné, ale také lokální svalové síly. Rozvoj obecné svalové síly řešíme v kontextu prevence zranění a přetížení plavce. V rámci rozvoje obecné svalové síly a vytrvalosti je rovněž důležité se zaměřit na funkčnost svalových systémů a jejich vnitrosvalovou koordinaci, která je základem pro rozvoj lokální svalové síly. Lokální svalovou sílu řešíme v kontextu zvyšování specifické rychlostně-vytrvalostní a vytrvalostní síly, kterou rozvíjíme plaveckými motivy, jejichž parametry jsou vymezeny energetickému krytí v dané rychlosti plavání.

Z obecného hlediska rozvoje svalové síly je důležité se zaměřit na svalové skupiny plavců, které se podílejí na udržení vzpřímené postavy, a to z důvodů antigravitačního působení hydrostatického vztlaku. Dále je důležité se zaměřit na ty svalové skupiny, jejichž funkce je fixovat svaly, které se podílejí na záběrových pohybech horních a dolních končetin. Ze specifického hlediska rozvoje svalové síly je důležité se zaměřit na svalové skupiny, které daný pohyb přímo vykonávají. V tomto případě využíváme specifická cvičení rozvoje silové vytrvalosti horních a dolních končetin a koordinační cvičení, která jednotlivé pohyby horních a dolních končetin koordinují s dýcháním a rotací trupu (Zatsiorsky a Kremer, 2014; McLeod, 2010).

### **Transfer a specifická**

Rozvoj silových předpokladů na suchu by měl směřovat ke zpevnění svalových systémů, které podporují funkci při jejich zapojování v průběhu maximálního plaveckého výkonu. To samé platí pro rozvoj silových předpokladů ve vodě. Pozitivní transfer silových



předpokladů lze využít jedině v případě, že trenér využije taková posilovací cvičení, která odpovídají režimu maximálního plaveckého výkonu, a která souvisí s řízením pohybu.

Transfer silových předpokladů ze sucha do vody také souvisí s řízením svalové činnosti a s vlastnostmi svalové hmoty. Někteří autoři uvádějí dvě úrovně řízení, hormonální a nervovou, hormonální řízení ovlivňuje somatotropní hormon, testosteron, inzulín a kortizol, jejichž produkce je ovlivněna pohlavím, věkem, genetickými dispozicemi a rovněž výživou. Druhá úroveň řízení je spojena s nervovým přenosem informací pomocí motorické jednotky, při kterých impulsy, které proudí ke svalům, zvyšují svojí frekvenci a přičemž, dochází ke zvýšení či snížení počtu zapojených motorických jednotek Tlapák (2014).

Vlivem pravidelného tréninku dochází k adaptaci na tréninkové zatížení, které by mělo být specifické pro danou sportovní disciplínu nebo odvětví. Charakter tréninkové adaptace závisí na charakteru jednotlivých tréninkových podnětů, neboli na specifičnosti daného cvičení, která následně ovlivňuje transfer tréninku do sportovního výkonu (Lehnert et al., 2014).

Specifické zaměření sportovního tréninku je v současnosti vnímáno jako nejefektivnější způsob vedení tréninku k dosažení maximálního sportovního výkonu. Cvičení s vyšší mírou shody pohybového obsahu i metabolického zajištění se sportovní disciplínou má větší tréninkový efekt a vede k rychlejší adaptaci a zvyšování sportovní výkonnosti (Dobry, 2005).

V praxi se můžeme setkat s omezeným vnímáním vlivu specifických cvičení na výkon. Někteří trenéři specificky ovlivňují jen některé faktory předpokladů sportovního výkonu, přitom maximální výkon je tvořen souhrou mnoha proměnných, které je nutno vnímat v souvislostech (Juřina, 1978; Schramm et al., 1987; Čechovská, 1994; Toussaint, 1992; Hohmann et al., 1999; Neuman, Pfützner a Hotenrott, 2005). Specificky zaměřený trénink nemusíme chápat jen ve vztahu rozvoje síly a výkonu, ale rovněž i ve vztahu k intenzitě a intervalu odpočinku, zapojení energetických systémů, rychlosti pohybu, trvání pohybu, komplexu svalové aktivace, nastavení úhlů v kloubech horních i dolních končetin, ve frekvenci pohybu, ale i počtu záběrů na danou vzdálenost (Dovalil et al., 2002; Dobry, 2005; Lehnert et al., 2018).

K dosažení vysokého tréninkového transferu musí být splněna kritéria, která jsou vymezena úkoly tréninku. Budeme-li vnímat specifičnost cvičení jako podmínku dodržování parametrů závodního výkonu, pak bude pohybový trénink vždy směřovat správným směrem. Ke zvyšování výkonnosti sportovce bude docházet v případě, že dlouhodobý trénink bude

tvořen specificky k danému výkonu. Pravidelná aplikace výkonových parametrů v plaveckém tréninku může pozitivně ovlivnit maximální výkon sportovce (Dobry, 2005).

Energetická spotřeba plavce je v porovnání s pohybem na suchu (chůze, kolo) významně vyšší. Nejvíc energie plavec potřebuje k udržení hydrodynamické polohy, dále k provedení opakovaných pohybů dolních končetin a k překonávání odporu, který vzniká pohybem plavce. V našem případě velikost odporu závisí na viskozitě vody, výšce plavce, jeho poloze, příčném průřezu, plavecké rychlosti a teplotě vody. Všechny vyjmenované faktory ovlivňují plavecký pohyb tak, že například efektivita plaveckého způsobu kraul se pohybuje jen od 5 do 9,5 %. Tato signifikantně nižší mechanická účinnost má vliv na energetickou spotřebu, která je na danou vzdálenost čtyřikrát vyšší než energetická spotřeba na suchu v běhu na stejnou vzdálenost (Holmer, 1972; Toussaint et al., 1990; McArdle, Katch a Katch, 2010).

K adaptaci na tréninkovou zátěž dochází vždy v průběhu zatěžování, chceme-li ale, aby tréninkové zatížení pozitivně ovlivňovalo růst výkonnosti, je podle Maglischa (2003) v přípravě tréninkového plánu nutné dodržet následující čtyři aspekty specifčnosti:

1. pohybová aktivita musí probíhat v prostředí, ve kterém se výkon uskutečňuje,
2. v tréninku preferujeme plavecký způsob, kterým plavec plave v závodě,
3. v tréninku se zaměřujeme na trénink závodní rychlosti,
4. v tréninku se zaměřujeme na úroveň metabolického systému, který odpovídá maximálnímu výkonu v dané disciplíně.

Specifická tréninku rovněž souvisí s dosaženou úrovní techniky plaveckého způsobu. Podmínkou rychlého a žádoucího pohybu je dostatečná úroveň techniky. Rushall (1992) popisuje, jak změna techniky ovlivňuje výkon v intervalovém tréninku u plavců s vysokou výkonností, kdy i malá změna v provedení plaveckého pohybu může negativně ovlivnit efektivitu plavání. Z pohledu trenéra je tedy důležité určit, kdy se ještě vyplatí změnu techniky v průběhu tréninkového cyklu provést a kdy ne. Oprava techniky v průběhu závodního období může mít negativní efekt, vhodnější je zařadit ji do období přípravy, kde dochází k postupné adaptaci na vyšší zátěž. Postupným zlepšováním techniky dochází k oscilaci od nižší k vyšší efektivitě záběrových pohybů plavce. V tomto případě Heusner in Rushall (1992) specifikoval působení nespecifického nebo nevhodně zvoleného tréninku na plavce, který se může projevit:

- bolestí svalů během zotavné fáze,
- akutní lokální únavou,
- subjektivním vnímáním tréninku jako náročnějšího než obvykle,

- rychlým nástupem únavy.

Rozvoj svalové síly v plavání je tradičně dělen na část obecnou (nespecifickou) a specifickou. Domníváme se ale, že členění rozvoje svalové síly na nespecifickou a specifickou část není dostačující. V plaveckém tréninku se obecně zaměřujeme na rozvoj silových schopností plavce jak ve vodě, tak i na suchu. Problém ale vidíme v tom, že rozvoj síly na suchu se realizuje na lavičích nebo plaveckých ergometrech, které jsou plaveckými odborníky řazeny do skupiny cviků specifických k plaveckému výkonu, přitom ale nedosahují parametrů odpovídajících plaveckému pohybu nebo výkonu ve vodě (Counsilman a Counsilman, 1994; Payne et al., 1997; Tanaka a Swensen, 1998; Olbrecht, 2000; Zatsiorsky a Kraemer, 2014; Sadowski et al., 2012).

Na základě výše zmíněných informací se domníváme, že posilovací cvičení prováděná na suchu i ve vodě, jejichž parametry (typ svalové kontrakce, poloha těla, pohyb končetin, intenzita zátěže, prostředí) se přibližují podmínkám tréninku a realizace výkonu ve vodě, ale nejsou prováděny ve shodě s plaveckým výkonem (poloha, plavecký způsob, délka trati, intenzita), bychom mohli nově řadit do kategorie “semispecifická forma tréninku” (ASU, 2016; Hottenrott et al., 2013).

S termínem “semispecifický” nebo také semi-accommodating se setkáváme v anglické i německé odborné literatuře, kde je spojován s cvičeními na rozvoj pohybových schopností, dovedností, fyziologických parametrů, které se svými parametry provedení přibližují danému sportovnímu výkonu. Například v rozvoji aerobní zdatnosti je pro lyžaře běžecký trénink na lyžích označen jako specifický. Trénink na stejnou vzdálenost, ale s kolečkovými lyžemi jako semispecifický a trénink na silničním kole jako nespecifický. Úroveň specifičnosti daného cvičení je determinována zejména parametry, které jsme již uvedli v jiných kapitolách (Sharp, Troup a Costill, 1981; Küttner a Romanus, 2003; Hottenrott et al., 2013; Olbrecht, 2015; ASU, 2016).

Plavání je specifické prostředím, ve kterém se realizuje, a závodními disciplínami vymezenými pravidly. Do realizace plaveckého výkonu, ale i tréninku, vstupují proměnné, které se ve sportovních disciplínách na suchu neobjevují. Nejdůležitější z těchto proměnných jsou poloha těla, hydrostatický vztlak a tlak, hydrodynamický vztlak, odpor vody, který plavce brzdí (negativní), odpor vody, který plavec využívá k pohybu (pozitivní) a větší vliv proprioreceptorů v oblasti trupu, horních a dolních končetinách. Z těchto důvodů jsme se rozhodli dělit tréninková cvičení na část specifickou, semispecifickou a nespecifickou.

## **Souhrn k problematice specifčnosti a transferu**

Z analýzy odborných článků vyplývá, že specifický trénink by měl být spojován pouze s maximálním výkonem v dané disciplíně. Proces adaptace by se měl zaměřit na technické a fyziologické parametry výkonu. Tréninková cvičení, která plně neodpovídají parametrům maximálního výkonu (vzdálenost, intenzita, plavecký způsob), bychom měli řadit do skupiny cvičení, která mohou daný výkon podporovat. Využijeme je např. ve zlepšování techniky nebo zvyšování obecné svalové síly, která je k rozvoji specifické svalové síly nezbytná.

Z teoretického přehledu vidíme, že problém specifčnosti cvičení není dořešen. Především ve sportech, které se realizují v určitém prostředí (sníh, voda), je nutné vymezit více kategorií specifčnosti, které by pomohly trenérům se orientovat v problematice rozdělení a použití tréninkových cvičení a které by pomohly i k preciznější přípravě tréninkového zatížení v plánování ročního tréninkového cyklu.

Z rešerše vyplývá, že dělení tréninkových cvičení na specifické a nespecifické není dostačující. Navrhujeme k stávajícímu rozdělení přidat kategorii, která by lépe vyjadřovala problematiku specifčnosti v plaveckém tréninku.

Na základě kategorizace cvičení jsme následně schopni lépe reagovat na požadavky daného výkonu v souvislosti s funkcí transferu pohybových dovedností a schopností do plaveckého výkonu. Do nespecifického silového tréninku bychom následně zařadili všechna posilovací cvičení, jejichž realizace neodpovídá prostředí, ve kterém je výkon prováděn, poloze těla, ve kterém je výkon realizován a plaveckým záběrovým pohybům.

Na základě výše zmíněných informací bychom všechna posilovací cvičení prováděná na suchu měli zařadit do oblasti nespecifického tréninku. Musíme dodat, že se to týká všech cvičení, která nemají parametry plaveckého pohybu (trvání cvičení, frekvence, délka, poloha, intenzita).

K semispecifickému tréninku bychom pak přiřadili všechna cvičení, která jsou prováděna v prostředí, ve kterém je výkon prováděn, ale i mimo něj, ve stejné poloze, ve kterém je výkon realizován a se záběrovými pohyby, které odpovídají danému plaveckému způsobu. To znamená, že cvičení je prováděno ve vodě i na suchu. Je provedeno na přibližnou dobu trvání dané disciplíny, s přibližným počtem záběrů, s přibližnou frekvencí záběrů a intenzitou. Jedná se například o plavání střídavých úseků s využitím intervalové nebo opakovací metody. Na suchu se k těmto parametrům můžeme přiblížit cvičením na Biokinetiku, kde můžeme navolit některé parametry plaveckého záběru (frekvenci, dobu cvičení, průběh záběru, ale i intenzitu cvičení), (Sharp, Troup a Costill, 1981).

Do skupiny specifického tréninku bychom zařadili všechna cvičení, jejichž parametry pohybu jsou téměř shodné s maximálním výkonem v závodě. To znamená, že intenzita, doba trvání cvičení, frekvence, koordinace nádechu s pohybem horních a dolních končetin se uplatňují na základě neurofyziologických mechanismů řízení pohybu v souladu s biomechanickými zákonitostmi a vykazují shodné znaky se závodním výkonem.

Rozhodujícím činitelem dělení rozvoje silového tréninku a jeho aplikace do jednotlivých kategorií (obecný, semispecifický, specifický) by měla být vstupní a průběžná diagnostika silových předpokladů plavců, která by zahrnovala komplexní analýzu funkčnosti svalového systému jak na suchu (test), tak i ve vodě (plavecký test). Na základě výsledků těchto testů bychom řešili preferenci rozvoje silových předpokladů v plaveckém tréninku.

## METODIKA

### Výzkumný soubor

#### Typ souboru:

Výběr probandů do hlavního výzkumu jsme využili metodu znáhodněného výběru. Skupina studentů si vybírala čísla od jedné do čtyř, kdy ke každé skupině byli přiřazeni tři probandi (Hendl, 2012). Z celkového počtu 60ti studentů jsme vybrali 32 probandů, které jsme rozdělili do čtyř skupin. Po zahájení výzkumu jsme stávající počet probandů redukovali na 28, a to z důvodů dlouhodobé nemoci dvou probandů ve skupině Voda a Sucho. V rámci zachování podmínek výzkumu jsme ze zbylých dvou skupin Sucho/Voda a Kontrolní, vyřadili vždy po jednom probandovi s podobnými výsledky v testu na 50 m kraul. Během výzkumu se již s počtem probandů nemanipulovalo.

V tabulce č. 1. prezentujeme základní antropometrické údaje hlavního výzkumného souboru, který absolvoval tříměsíční řízenou intervenci.

Tabulka č. 1. Antropometrické ukazatele hlavní výzkumné skupiny. Data jsou prezentována jako průměr ± SD.

Skupina	Věk (roky)	Váha Pr (kg)	Váha Po (kg)	Výška (cm)	TPH Pr (kg)	TPH Po (kg)
Sucho/voda (n=7)	21,0±0,8	83,3±3,5	81,4±4,6	184,9±8,2	69,0±4,26	70,23*±3,37
Voda (n=7)	20,4±1,1	75,2±3,1	76,5±3,5	182,1±3,8	64,11±3,19	65,47*±4,16
Sucho (n=7)	20,7±1,1	67,6±5,1	64,0±4,3	175,0±6,3	60,8±6,53	61,04±6,36
Kontrolní (n=7)	20,7±1,1	90±5	89,5±4,5	177,0±5,1	66,67±7,1	67,97±7,51
Průměr skupiny	20,7±0,2	76,6±8,7	77,4±9,1	179,8±4,6	65,15±3,04	66,18±3,41

Sucho - voda - probandi, kteří posilují jak na suchu, tak i ve vodě; Voda - probandi, kteří posilují ve vodě; Sucho - probandi, kteří posilují na suchu; ± - směrodatná odchylka; Pr - pretest; Po - posttest; TPH – tuku prostá hmota; \* -  $p < 0,05$ ; SD – směrodatná odchylka.

## **Průběh hlavní části projektu**

Zahájení projektu proběhlo ve dvou fázích. V první fázi byla v laboratorních podmínkách provedena kontrola základních antropometrických ukazatelů (výška, váha, věk) a tělesného složení probandů pomocí přístroje TANITA. Rovněž jsme v laboratorních podmínkách provedli test síly horních končetin na suchu pomocí Biokineticu. Ve druhé fázi byl proveden terénní test v plaveckém bazénu. Probandi plavali maximální rychlostí vzdálenost na 50 m, kde jsme sledovali rychlost plavání a ukazatele techniky plaveckého způsobu kraul.

Na základě pilotního výzkumu jsme v hlavní části projektu byli nuceni upravit parametry posilování horních končetin na suchu. Tato změna byla způsobena nedostatkem přístrojů Biokinetic. Cvičení na rozvoj síly horních končetin ve vodě probíhalo standardně, dle parametrů nastavených z pilotního výzkumu.

## **Organizace a náplň cvičební jednotky v hlavní studii**

V druhém týdnu semestru jsme probandům rozeslali organizaci cvičení, které probíhalo v rámci hodin plavecké výuky s ostatními studenty. V rámci výzkumu jsme provedli ukázkou cvičení na suchu s instrukcí, které chyby je potřeba eliminovat. Provedli jsme praktickou zkoušku, kde si probandí vyzkoušeli organizací prostoru se střídáním jednotlivých členů skupiny na suchu i ve vodě.

Délka intervence ve výukové hodině trvala do 22 minut. Z důvodů tréninku jen 50m vzdálenosti byl upraven i režim posilování na suchu. Skupiny S a SV prováděly posilovací cvičení v režimu 8 x 45 s střídavého zátěže pravou a levou paží s expandery s maximální intenzitou. Interval odpočinku mezi jednotlivými úseky trval 1 : 15 min. Odpočinek byl pasivní. Doba cvičení byla kontrolována na přenosných velkých plaveckých stopkách. Ke kontrole délky provedení cvičení sloužili probandí, kteří zrovna necvičili. Pro lepší organizaci vždy cvičili čtyři probandí najednou, necvičící probandí kontrolovali délku zátěže.

Skupiny V a SV prováděly posilovací cvičení v režimu 8 x 50 m kraul s odporovými padáky s maximální intenzitou. Interval odpočinku mezi jednotlivými úseky trval 1 : 15. Odpočinek byl pasivní. Doba cvičení byla kontrolována samotnými probandy na velkých plaveckých stopkách. Skupina V a SV plavaly ve dvou drahách. Probandí startovali vždy z vody. Další plavec startoval v intervalu 10 s, aby mu při plavání nepřekážel odporový padák předchozího probanda.

Návrh intervenčního tréninku na suchu i ve vodě vycházel z testu na 50 m kraul. Počet opakování a délku tréninku na suchu jsme stanovili na 8 x 45 s. Počtem opakování a délkou

cvičení jsme chtěli navodit žádoucí fyziologické změny. Délka tréninku a počet opakování cvičení ve vodě byla vymezena délkou plavané tratě a počtem opakování intervenčního cvičení na suchu.

### Výsledky intervence v hlavním výzkumu

Následnou interpretaci dat jsme zpřehlednili úpravou výsledků do tabulek s procentuálním vyjádřením v textu.

V tabulce č. 2 prezentujeme výsledky naměřených změn mezi probandy a jednotlivými skupinami. Náplň intervenčního programu lze najít v disertační práci v kap. 4.3.2.

Tabulka č. 2 Výsledky testů sledovaných skupin před intervencí a po intervenci. Údaje jsou znázorněny jako aritmetický průměr;  $\pm$  SD.

PRETEST				
	50 m [s]	F 50 m [1.min <sup>-1</sup> ]	DZ 50 m [cm]	50K [W.kg <sup>-1</sup> ]
S/V	33,1 $\pm$ 1,6	49,4 $\pm$ 5,7	182,7 $\pm$ 23,1	1,68 $\pm$ 0,1
V	32,7 $\pm$ 1,3	52,8 $\pm$ 5,1	168,7 $\pm$ 16,6	1,55 $\pm$ 0,16
S	34,2 $\pm$ 3,5	50,3 $\pm$ 4,2	172,1 $\pm$ 18,8	1,51 $\pm$ 0,51
K	32,8 $\pm$ 2,5	51,6 $\pm$ 3,7	174,4 $\pm$ 15,9	1,76 $\pm$ 0,16
POSTTEST				
	50 m [s]	F 50 m [1.min <sup>-1</sup> ]	DZ 50 m [cm]	50K [W.kg <sup>-1</sup> ]
S/V	32,6* $\pm$ 1,8	50,6 $\pm$ 5,2	181,3 $\pm$ 20,8	1,71 $\pm$ 0,15
V	32,0* $\pm$ 1,1	51,4 $\pm$ 3,9	179 $\pm$ 11,8	1,78* $\pm$ 0,15
S	33,7* $\pm$ 3,3	53,7* $\pm$ 5,0	165,7* $\pm$ 17,5	1,68* $\pm$ 0,20
K	33,0 $\pm$ 2,7	50,2* $\pm$ 3,3	170,5 $\pm$ 14,3	1,75 $\pm$ 0,19
p	0,076	0,361	0,465	0,080
Coh d	0,18	0,10	0,023	0,73

S/V – intervenční skupina sucho/voda; V – intervenční skupina voda; S – intervenční skupina sucho; K – kontrolní skupina; [t/s] – čas v sekundách; [F/1.min<sup>-1</sup>] – frekvence záběrů; DZ [cm] – délka záběru v centimetrech na 50 m; 50K test na 50 záběrů na Biokineticu; [W.kg<sup>-1</sup>] – výkon na kilogram hmotnosti; \* - výsledky statisticky významné na hladině  $p < 0,05$  \*; Cohenovo d - efekt věcné významnosti; SD – směrodatná odchylka.

Z výsledků plaveckého testu na 50 m vyplývá, že pohybová intervence na suchu i ve vodě ovlivnila všechny sledované intervenční skupiny.

V testu na 50 m kraul došlo u skupiny S/V k statisticky významnému zlepšení plaveckého výkonu o 1,5 %.

U skupiny V došlo k věcnému i statisticky významnému zlepšení plaveckého výkonu o 2 %.

U skupiny S došlo k statisticky významnému zlepšení plaveckého výkonu o 1,5 %.

U skupiny K jsme zjistili věcně i statisticky nevýznamný plavecký výkon s hodnotou

o 0,6 %.

Přehled výsledků prezentujeme v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Test 50 m kraul, průměrné hodnoty plus SD. V tabulce je uvedena statistická i věcná významnost.

50 m Kraul	Pretest [t/s]	Posttest [t/s]	p-hodnota	Coh d
Skupina S/V	33,1±1,6	32,6±1,8	<b>0,005*</b>	0,29
Skupina V	32,7±1,3	32,0±1,1	<b>0,023*</b>	<b>0,58</b>
Skupina S	34,2±3,5	33,7±3,3	<b>0,025*</b>	0,15
Skupina K	32,8±2,5	33,0±2,7	0,472	0,07

t/s - čas v sekundách; SD - směrodatná odchylka;  $p < 0,05^*$  - hladina statistické významnosti; Coh d - hladina věcné významnosti.

Věcně i statisticky nevýznamná změna nastala ve frekvenci záběrů skupina S/V, kde došlo k zvýšení frekvence o 2,4 %.

Statisticky nevýznamná změna nastala i ve frekvenci záběrů skupiny V, kde došlo k snížení frekvence o 2,7 %. Výsledek dosáhl průměrné hladiny věcné významnosti.

Věcně i statisticky významná změna nastala ve frekvenci záběrů skupiny S, kde došlo k zvýšení frekvence o 6,5 %.

Statisticky významná změna nastala ve frekvenci záběrů skupiny K, kde došlo k snížení frekvence záběrů o 2,7 %. Výsledek dosáhl průměrné hladiny věcné významnosti. Přehled výsledků prezentujeme v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 Frekvence záběrových pohybů v testu 50 m kraul, průměrné hodnoty plus SD. V tabulce je uvedena statistická i věcná významnost.

50 m Kraul	Pretest [F/1.min <sup>-1</sup> ]	Posttest [F/1.min <sup>-1</sup> ]	p-hodnota	Coh d
Skupina S/V	49,4±5,68	50,6±5,21	0,331	0,22
Skupina V	52,8±5,14	51,4±3,96	0,272	0,31
Skupina S	50,3±4,2	53,7±5,00	<b>0,008*</b>	<b>0,73</b>
Skupina K	51,6±3,7	50,2±3,28	<b>0,031*</b>	0,40

F/1.min<sup>-1</sup> - frekvence záběrů za minutu; SD - směrodatná odchylka;  $p < 0,05^*$  - hladina statistické významnosti; Coh d - hladina věcné významnosti.

Věcně i statisticky nevýznamná změna nastala v délce záběru skupiny S/V, kde došlo ke zkrácení záběru o 0,8 %, což odpovídá vzdálenosti 1,5 cm.

Statisticky významnou změnu v délce záběru jsme zaznamenali u skupiny V, kde došlo k prodloužení záběru o 5,6 %, což odpovídá vzdálenosti 10 cm. Výsledek dosáhl vysoké



hladiny věcné významnosti.

Statisticky významnou změnu v délce záběru jsme zaznamenali i u skupiny S, kde došlo ke zkrácení záběru o 3,8 %, což odpovídá vzdálenosti 6,4 cm. Výsledek dosáhl průměrné hladiny věcné významnosti.

Věcnou i statisticky nevýznamnou změnu v délce záběru jsme zaznamenali u skupiny K, kde došlo ke zkrácení záběru o 2,3 %, což odpovídá vzdálenosti 4 cm. Přehled výsledků prezentujeme v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5 Délka záběrového pohybu v testu 50 m kraul, průměrné hodnoty plus SD. V tabulce je vedena statistická i věcná významnost.

50 m Kraul	Pretest [DZ/cm]	Posttest [DZ/cm]	p-hodnota	Coh d
Skupina S/V	182,7±23,13	181,3±20,82	0,364	0,06
Skupina V	168,7±16,64	179,0±11,84	0,123	<b>0,72</b>
Skupina S	172,10±18,85	165,7±17,48	<b>0,005*</b>	0,35
Skupina K	174,83±15,94	170,50±14,27	0,285	0,28

DZ/cm - délka záběrů v cm; SD - směrodatná odchylka; p < 0,05\* - hladina statistické významnosti; Coh d - hladina věcné významnosti.

Posledním testem, který jsme provedli v rámci měření vlivu intervence, byl test síly horních končetin na Biokineticu.

Věcně i statisticky nevýznamnou změnu jsme zaznamenali ve skupině S/V, kde došlo ke zlepšení o 1,8 %, což představuje nárůst svalové síly o 0,03 W.kg<sup>-1</sup>.

Věcně i statisticky významnou změnu jsme zaznamenali ve skupině V, kde došlo ke zlepšení o 15,1 %, což představuje nárůst svalové síly o 0,23 W.kg<sup>-1</sup>.

Věcně i statisticky významnou změnu v testu síly jsme zaznamenali i ve skupině S, kde došlo ke zlepšení o 10,7 %, což představuje nárůst svalové síly o 0,17 W.kg<sup>-1</sup>.

Věcně i statisticky nevýznamnou změnu jsme zaznamenali ve skupině K, kde došlo ke zhoršení silových parametrů o 0,6 %, což představuje pokles svalové síly o 0,01 W.kg<sup>-1</sup>. Výsledek není statisticky ani věcně významný. Přehled výsledků prezentujeme v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 Test síly horních končetin na 50 záběrových pohybu, průměrné hodnoty plus SD. V tabulce je vedena statistická i věcná významnost.

50K Biokinetic	Pretest [W.kg-1]	Posttest [W.kg-1]	p-hodnota	Coh d
Skupina S/V	1,68±0,1	1,71±0,15	0,145	0,24
Skupina V	1,55±0,16	1,78±0,15	<b>0,000*</b>	<b>1,48</b>
Skupina S	1,51±0,14	1,68±0,2	<b>0,012*</b>	<b>1,00</b>
Skupina K	1,76±0,16	1,75±0,19	0,161	0,05

[W.kg<sup>-1</sup>] – výkon na kilogram hmotnosti; SD - směrodatná odchylka; p < 0,05 \* - hladina statistické významnosti; Coh d - hladina věcné významnosti.

Stejně jako v kapitole 5.1 upřesňujeme procentuální výpočet v testu síly horních končetin na Biokineticu. Výpočet přesněji odpovídá změnám TPH jednotlivých probandů v průběhu celého výzkumu. Výsledky testu 50K jsme zprůměrovali k daným hodnotám TPH probanda před provedením a po provedení intervence.

V testu 50K došlo k celkovému nárůstu síly horních končetin v souvislosti se změnami hmotnosti probandů u jednotlivých skupin následovně:

1. u skupiny S/V v testu 50K došlo ke statisticky nevýznamnému zlepšení o 3,5 %,
2. u skupiny V v testu 50K došlo ke statisticky významnému zlepšení o 14,3 %,
3. u skupiny S v testu 50K došlo ke statisticky významnému zlepšení o 10,5 %,
4. u skupiny K v testu 50K došlo ke statisticky nevýznamnému zlepšení o 0,97 %.

Výsledky antropomotorického měření prezentujeme v tabulce č. 2. v kapitole 3.1.5.

## Diskuze

### Vliv rozvoje silové vytrvalosti na suchu skupiny S (hlavní výzkum)

Z výsledků vyplývá, že skupina S zlepšila výkon v testu silové vytrvalosti 50K, a to o 11,2 %. V porovnání s pilotním výzkumem nebyl výsledek testu tak jednoznačný. V hlavním výzkumu byl k rozvoji síly použit gumový expander, u kterého nejde navolit konstantní síla odporu, a jelikož byl nárůst silové vytrvalosti v hlavním výzkumu u skupin (S/V a S) nižší, domníváme se, že gumové expandery nevyvolávají takovou reakci v nárůstu svalové síly jako posilování na Biokineticu.

V našem výzkumu jsme se snažili vybrat takovou formu rozvoje síly, která nejlépe odpovídá pohybu plavce ve vodě. Z jiných výzkumů ale víme, že i odlišný způsob posilování na suchu může pozitivně ovlivnit svalovou sílu a plavecký výkon. Například Strass (1988) se skupinou plavců posiloval extenzory předloktí, což ve výsledku zlepšilo výkon na 50 m o 7,3

%). Girolid et al., (2007) k rozvoji silové vytrvalosti využil kruhový trénink, který byl zaměřen na 6 vybraných cvičení a ve kterém se vybraní probandi zlepšili v plaveckém testu na 50 m o 2,8 %.

Tato zlepšení ale mohla souviset s věkem probandů, protože výzkumný soubor tvořili plavci staršího školního věku a mladší junioři. U této skupiny probandů lze předpokládat nárůst svalové síly a zlepšení plaveckého výkonu s tělesným růstem plavců, zásadní je však počáteční úroveň jejich tělesné zdatnosti.

Z výše uvedených výzkumů rovněž není jasné, zda typ nespécifického posilování kromě zvýšené síly horních končetin mohl pozitivně ovlivnit i technické parametry daného plaveckého způsobu.

Naše výsledky odpovídají zjištěním (Cronina et al., 2007; Breeda a McElroye, 2000; Cossor, Blanksby, Elliott, 1999; Tanaka a Swensen, 1998; Bulgakové, Vorontsova a Fomichenka, 1990), kteří zjistili, že účinek nespécifického cvičení na suchu má nižší účinek, než účinek specifického silového tréninku provedeného ve vodě.

V našem případě se zvýšená úroveň síly horních končetin cvičením na suchu projevila ve zvýšení frekvence záběrů a snížení jeho délky, což je jedna z variant, jak zlepšit plavecký výkon (Maglischo, 2003; Hofer et al., 2012).

V tomto případě bychom mohli říci, že nespécifické posilování horních končetin na suchu má vliv na transfer svalové síly do plaveckého výkonu ve vodě u plavců bez plavecké kariéry, který se projevil ve všech sledovaných proměnných.

### **Vliv rozvoje silové vytrvalosti na suchu a ve vodě skupiny S/V (hlavní výzkum)**

Hodnoty výsledků testu 50K skupiny S/V, v porovnání se skupinou S, jsou velice nízké. Po intervenci jsme zjistili nárůst silové vytrvalosti jen o 1,7 %. To je podobný výsledek jako v pilotním testu, kde se skupina S zlepšila o 31,7 %, ale skupina S/V jen o 16 %. Domníváme se, že se zde setkáváme se stejným problémem náročnosti dvojité zátěže v jednom tréninku jako v pilotním výzkumu. Probandi věděli, že je čeká ještě jedna zátěž, proto neposilovali naplno a to se projevilo ve výsledcích testů silové vytrvalosti na suchu.

U analýzy technických parametrů skupiny S je zajímavý procentuální nárůst frekvence záběrů, který byl v pilotním výzkumu nižší. Vysvětlujeme si to technickými možnostmi Biokinetiku, ve kterém se velikost odporu v tahu přizpůsobuje aktuální rychlosti záběru probanda. Podobný princip je patrný i ve vodním prostředí, s nárůstem rychlosti se zvyšuje i odpor. Z těchto důvodů se domníváme, že probandi pilotního výzkumu lépe vnímali vodní

prostředí než probandi hlavního výzkumu, kteří vykazovali vyšší procento frekvence záběrů. Stejný problém může souviset i s nižším procentuální hodnotou délky záběru.

Zvyšování silové vytrvalosti pomocí gumových expanderů zřejmě způsobilo snížení délky záběru u skupiny S. Rozdíly v délce záběrů mohly být vyvolány zvyšujícím se odporem expanderů v průběhu záběrové fáze, úchopem expanderů a jinou frekvencí posilování. Z těchto zjištění vyplývá, že silová vytrvalost získaná pomocí gumových expanderů sice pozitivně ovlivní plavecký výkon na 50 m, ale již nemá významný vliv na délku záběru a frekvenci záběrů.

Parametry pohybu horních končetin v posilování na suchu by měly odpovídat parametrům pohybu horních končetin v plaveckém výkonu, proto někteří odborníci zkoušeli zjistit, jaký počet opakování a typ nespecifického cvičení souvisí s plaveckým výkonem. Například Johnson, Sharp, Hedrick, (1993) použili bench press, ve kterém cvičení opakovali do maxima. Na velké, věkově nehomogenní skupině plavců zjistili, že tento typ cviku nekoreluje s plaveckou rychlostí na velmi krátkých tratích. Garrido et al. (2010) rovněž použili bench press, kde provedli šest opakování do maxima. V tomto případě zjistili mírnou korelaci ( $\rho \sim -0.58$ ;  $p < 0.01$ ) mezi mladými plavci a plaveckým výkonem na 25 a 50 m. Crowe et al. (1999) srovnávali tři cviky (bench press, pull down, triceps press) s opakováním do maxima u plavců a plavkyň. Na rozdíl od ostatních výzkumů zjistil významnou souvislost mezi těmito cviky a silou horních končetin v testu brzděného plavání. Významnou korelaci rovněž zaznamenal mezi cvikem pull down a plaveckým výkonem u děvčat ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.05$ ).

Výsledky výše popsaných výzkumů ukázaly na určitou souvislost nespecifického cvičení s plaveckým výkonem. Domníváme se, že tato cvičení lze, kromě zvýšení svalové síly horních končetin, použít i ke kontrole silové úrovně plavců a to v souvislosti s plaveckým výkonem do vzdálenosti 50 m.

K podobným výsledkům dospěli i Maglischo (2003) a Kraemer se Zatzorskim (2014). Aby podle těchto autorů mělo posilovací cvičení pozitivní efekt, musí v co největší míře odpovídat pohybu, poloze a intenzitě zatížení daného plaveckého výkonu.

Na základě analýzy technických parametrů jsme zjistili minimální vliv silového tréninku na délku a frekvenci záběru skupiny S/V v hlavním výzkumu. Skupina nevýznamně zlepšila plavecký výkon, zvýšila frekvenci záběrů a minimálně snížila délku záběrů. V porovnání s délkou záběru skupiny S je zkrácení délky záběru skupiny S/V procentuálně menší.

Výsledky pilotního a hlavního výzkumu ukazují, že smíšená intervence skupiny S/V, v porovnání s výsledky skupiny S, má větší vliv na parametry plavecké techniky. Skupina S

se oproti pretestu sice statisticky významně zlepšila ve všech sledovaných proměnných, ale tyto výsledky je nutné hodnotit v souvislosti s efektivitou plavecké techniky. Skupina S významně zvýšila frekvenci a zkrátila délku záběru. Po analýze ale zjistíme, že vyšší frekvence a kratší délka záběru není vhodná kombinace k zlepšení plaveckého výkonu. Skupina S/V dosáhla statisticky významného zlepšení v plaveckém výkonu, přitom měla nižší frekvenci záběru než skupina S a téměř nezměnila délku záběru, což odpovídá kvalitní technice. V tomto případě bychom mohli souhlasit s Giroidem et al. (2007) a Aspenesem et al. (2009), kteří tvrdí, že kombinovaný silový trénink na suchu a ve vodě je efektivní k zvýšení výkonu na 50, ale i 400 m kraul.

### **Vliv rozvoje silové vytrvalosti ve vodě skupiny V (hlavní výzkum)**

V porovnání s ostatními skupinami hlavního výzkumu jsme u skupiny V zaznamenali statisticky a věcně významné změny. Především pozitivně vnímáme snížení frekvence záběru se zvýšením délky záběru a zlepšením plaveckého výkonu. Na základě těchto výsledků můžeme říci, že silová intervence realizovaná ve vodě měla významný vliv na svalovou sílu horních končetin, plavecký výkon a sledované parametry techniky.

V porovnání s realizací silové intervence na suchu skupiny S a v kombinované intervenci skupiny S/V, vykazuje silová intervence ve vodě největší vliv na techniku kraulu, sílu horních končetin a plavecký výkon. V testu silové vytrvalosti 50K na Biokineticu jsme zaznamenali u skupiny V významně lepší výsledky než u skupiny S/V a skupiny S. Výsledek testu 50K u skupiny V si vysvětlujeme stejným způsobem zatěžování ve vodě s provedeným testem a stále stejným způsobem zatěžování v porovnání s ostatními skupinami, které nemohly cvičit na Biokineticu. Plavecký trénink probíhal ve vodorovné poloze. Intenzita cvičení a velikost odporu ovlivňovala sílu horních končetin. Se zvyšující se rychlostí narůstal i odpor prostředí. Tento způsob zátěže je charakteristický pro typy přístrojů jako je Biokinetic, a proto se domníváme, že specifické zatěžování ve vodě mělo na silovou vytrvalost větší vliv než cvičení s gumovými expandery. Tuto domněnku můžeme podpořit i výsledky z pilotního výzkumu.

Výsledky testu plaveckého výkonu ukazují na zlepšení parametrů techniky vlivem intervence. Celkový výkon ovlivnila frekvence záběrů, skupina V dokázala snížit počet záběrů z 53 na 51 a i když tento výsledek není statisticky významný, tak logicky vnímáme tuto hodnotu jako směrodatnou pro zlepšení výkonu. Tuto domněnku podporuje výsledek výpočtu délky záběru, která se, na rozdíl od ostatních sledovaných skupin, prodloužila o 10 cm. Výsledek výpočtu délky záběru není statisticky významný, ale věcná významnost je

natolik vysoká, že vliv silové intervence realizované ve vodě bychom mohli přijmout jako směrodatný.

Na základě výsledků skupiny V souhlasíme se Scottem a Scottem (2015), kteří vnímají problematiku transferu v souvislosti s přenosem rozvoje svalové síly do plaveckého výkonu. Rozvoj síly v plaveckém tréninku a její aplikace do výkonu je mnohem složitější než na suchu.

Na základě výsledků pilotního výzkumu skupiny K jsme se zaměřili na vliv nežádoucích proměnných. Z výsledků je patrné, že skupina probandů neprováděla žádné pohybové aktivity nad rámec výzkumu. Plavecký výkon na 50 m se procentuálně zhoršil. Určitý vliv plavecké výuky můžeme vyčíst z analýzy ostatních parametrů techniky, kdy jsme zaznamenali pozitivní pokles ve frekvenci záběrů a negativní pokles v délce záběru. Test na 50 záběrů ukázal, že u probandů této skupiny došlo k minimálnímu zlepšení síly horních končetin.

## **Závěr**

Ve skupině, která intervenovala na suchu, jsme zjistili, že síla horních končetin statisticky významně zvýšila výkon, zvýšila frekvenci záběru, snížila délku záběru a zvýšila sílu horních končetin v testu na Biokineticu. Velkou míru věcné významnosti jsme zaznamenali u frekvence a v testu síly horních končetin. Délka záběru vykazovala střední míru věcné významnosti. Na základě výsledků bychom měli potvrdit vliv pozitivního transferu síly z cvičení na suchu do výkonu a techniky, přesto výsledky nejsou jednoznačné z důvodů délky záběrového pohybu. Transfer svalové síly do techniky kroulu bychom potvrdili v případě, že se zvýšenou frekvencí záběrů zůstala délka záběru stejná nebo se prodloužila. V našem případě výsledky ukázaly opak.

U skupiny Sucho/Voda, jsme zjistili, že rozvoj síly horních končetin zvýšil celkový výkon. Výsledky ostatních sledovaných proměnných nevykázaly statistickou významnost, míra věcné významnosti byla nízká. Výsledky skupiny sucho/voda jsou zajímavé z důvodů dávkování zatížení, které bylo dvakrát větší než u skupiny, která cvičila na suchu a ve vodě. Je zajímavé, že vyšší zátěž skupiny Sucho/Voda, neměla významný vliv na techniku ani na sílu horních končetin.

Ve skupině, která intervenovala ve vodě, jsme zjistili, že rozvoj svalové síly statisticky významně zvýšil celkový výkon a sílu horních končetin. Tyto výsledky byly potvrzeny i vysokou mírou věcné významnosti. Další výsledky již nebyly statisticky významné, ale míra věcné významnosti potvrdila pozitivní posun v technice plaveckého způsobu kroul. Frekvence záběru byla o 2,7 % nižší než v pretestu a délka záběru se prodloužila o 5,6 %. V porovnání

výsledků skupiny V s výsledky skupiny S a S/V vyplývá, že z podmínek posilování, které jsme v našem výzkumu zvolili, posilování ve vodě vykazovalo největší míru pozitivního transferu, a to jak do plaveckého výkonu, tak i do plavecké techniky.

### **Na základě rešerše a výsledků výzkumu navrhuje následující doporučení:**

1. V rámci teorie rozvoje svalové síly v tréninku pro plavce doporučujeme, aby se rozvoj svalové síly dělil podle způsobu zatěžování svalového vlákna do tří tréninkových kategorií, a to na specifický silový trénink, semispecifický silový trénink a nespecifický silový trénink.

2. V rámci rozvoje svalové síly na suchu doporučujeme striktně dělit trénink na dvě části, obecnou a speciální. V obecné části se zaměřit na rozvoj svalových skupin podporujících optimální tělesný růst. Ve speciální části se zaměřit na rozvoj silové vytrvalosti svalových skupin, které se podílejí a podporují plaveckou propulzi.

3. V rámci rozvoje svalové síly ve vodě a z důvodů principu transferu doporučujeme dělit trénink na část specifickou, semispecifickou a nespecifickou. Je nutné si uvědomit, že nespecifický rozvoj svalové síly směřuje k cvičení s pomůckami či bez pomůcek, které není realizováno v parametrech závodního výkonu, a které spíše podporují funkci svalového aparátu zapojujícího se do maximálního výkonu, než aby participovaly na vlastním maximálním výkonu.

4. V rámci rozvoje svalové síly ve vodě doporučujeme vytvořit větší časovou dotaci na specificky zaměřená cvičení, která rozvíjejí sílu svalových skupin aktivujících se v průběhu závodního výkonu. Cvičení navrhujeme zařadit do tréninkového cyklu v dostatečně dlouhém období před závody, nejlépe na konci přípravného období.

5. Nálezy výzkumů, uvedených v naší práci, se převážně vztahovaly k vlivu transferu svalové síly do plaveckého výkonu a techniky výběrové plavecké populace. V současné době se velká část populace, kterou řadíme do kategorie hobby sport, snaží rozvíjet tělesnou zdatnost prostřednictvím plavecké lokomoce, proto je zajímavé zkoumat možnosti transferu silových schopností do plaveckého výkonu i u této populace. Naším výzkumem jsme zjistili, že řízenou silovou intervencí lze ovlivnit jak plavecký výkon, tak i plaveckou techniku ve skupině plavců bez dlouhodobé plavecké kariéry.

## **Publikovaná literatura autora**

### **Recenzované časopisy**

JURÁK, D., BUNC, V. Effects of specific muscle strength development on the crawl swimming technique of physical education students. In: *Science in Swimming VI*, editors. Zatoň, K., Rejman, M., Chrobot, M. Wydawnictwo AWF Wrocław, 2016, s. 7 – 17. ISBN 978-83-64354-14-4

JURÁK, D., HUBIČKA, T., ZAHÁLKOVÁ, L. Testování maximální srdeční frekvence v plaveckém trenažéru (FLUMU). *Studia Kinanthropologica*, 2012, 13(3), 226-233. ISSN 1213-2101

JURÁK, D., PÁNEK, D., POŽGAYOVÁ, Š. Analýza chybného přenosu paže u plaveckého způsobu kraul, *Studia Kinanthropologica*, České Budějovice: 2011, vol. 12, č. 2, s. 90 – 95. ISSN 1213-2101

POKORNÁ, J., JURÁK, D. Hodnocení parametrů plavecké techniky u výkonnostních plavkyň, *Česká Kinantropologie*, 2011, 15, 3, s. 225-238. ISSN 1211-9261.

### **Další publikační činnost**

JURÁK, D. 1001 chyb v technice kraul. In Čechovská, I., Miler, T. & Chrudimský, J. (Eds.), *Aktualizované poznatky z didaktiky plavání III*. Odborný seminář, Praha 2. 11. 2017 (pp. 106-113). Praha, Czech Republic: UK FTVS.

JURÁK, D., ČECHOVSKÁ, I. Příklad koncepce didaktiky plavání - Velká Británie. In Čechovská, I., Miler, T. & Chrudimský, J. (Eds.), *Aktualizované poznatky z didaktiky plavání III*. Odborný seminář, Praha 2. 11. 2017 (pp. 77-89). Praha, Czech Republic: UK FTVS.

JURÁK, D. Vliv specifického rozvoje svalové síly na techniku plaveckého způsobu kraul u studentů UK FTVS. In Benčuriková, L., Putala, M. (Ed) *Plávanie – veda v praxi 2014* zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie konané 20. a 21. 11. 2014 Bratislava; UK FTVŠ, KŠPP, 2014. s. 95 – 103. ISBN978-80-8127-121-2

PÁNEK, D., JURÁK, D., PAVLŮ, D., KRAJČA, V., ČEMUSOVÁ, J. Influence of Water on the Character of a Surface EMG Signal (WaS-EMG). *Clinical Neurophysiology*, 2012, 123.3: e13.

JURÁK, D. Krátký přehled neinvazivních metod kontroly a řízení plaveckého tréninku. In Pokorná, J., Peslová, E. (Eds.) *Plavecká lokomoce a zatěžování ve vodě*. Sborník z konference, Praha: UK FTVS, KPS, 2011. s. 95 - 98. ISBN 978-80-86317-89-2.

JURÁK, D. Expertní analýza provedení prsašského kopu Petry Chocové. In Pokorná, J., Peslová, E. (Eds.) *Plavecká lokomoce a zatěžování ve vodě*. Sborník z konference, Praha: UK FTVS, KPS, 2011. s. 16 - 20. ISBN 978-80-86317-89-2.

JURÁK, D., SUCHOMELOVÁ, H. Vliv vodního prostředí na změny srdeční frekvence In Benčuriková, L., Macejková, Y. (Eds.) *Štúdium motoriky človeka vo vodnom prostredí*. Bratislava : FTVŠ UK, 2010. s. 186-197. ISBN 978-80-8113-039-7.



## Použitá literatura v autoreferátu

1. ASPENES, S. T., KARLSEN, T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports medicine*, 2012, 42.6: 527-543.
2. ASPENES, S., et al. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of sports science & medicine*, 2009, 8.3: 357.
3. ASU -Alternativ, semispezifisch, unspezifisch ja – das Lauftraining kann es aber nicht ersetzen [online]. *Září 14*, 2016 [vid. 2016-9-14]. Dostupné z [http://www.la-coaching-academy.de/2008\\_trainingslehre/2008-09-16-alternativ-semispezifisch-unspezifisch.php](http://www.la-coaching-academy.de/2008_trainingslehre/2008-09-16-alternativ-semispezifisch-unspezifisch.php)
4. BRANDON, R. Core training menus in *Core Stability Injury Free Performance* 1. vyd. London: Peak Performance Publishing 2006. ISBN 978-1-905096-22-4
5. BREED, R. V. P.; MCELROY, G. K. A biomechanical comparison of the grab, swing and track starts in swimming. *Journal of Human Movement Studies*, 2000, 39.5: 277-293.
6. BULGAKOVA, N. Z.; VORONTSOV, A. R.; FOMICHENKO, T. G. Improving the technical preparedness of young swimmers by using strength training. *Sov Sports Rev*, 1990, 25.2: 102-4.
7. CLARYS, J. P., et al., Total resistance in water and its relation to body form. *Biomechanics IV*, 1974, 187-196.
8. COSSOR, J. M., BLANKSBY, B. A., ELLIOTT, B. C. The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1999, 2.2: 106-116.
9. COUNSILMAN, J., COUNSILMAN, B. *The new science of swimming*. 1. vyd. USA: Prentice-Hall, Inc., 1994. ISBN 0-13-099888-5
10. CRONIN, J., et al., *The Relationship Between Dry-Land Power Measures and Tumble turn Velocity in Elite Swimmers*. *The Journal of Swimming Research* 17, 2007, ISSN 0747-5994
11. CROWE, S. E., et al. The relationship of strength to dryland power, swimming power, and swim performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1999, 31.5: S255.
12. ČECHOVSKÁ, I. Charakteristika plaveckého výkonu. *Sport report*. Roč 3, č. 7, 1994, s. 85 - 86
13. ČECHOVSKÁ, I. Plavecká sportovní kariéra. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 71, 2005, č. 2, s. 9-14. ISSN1210-7689
14. DOBRÝ, L. Sportovní specifičnost. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 71, 2005, č. 2, s. 9-14. ISSN1210-7689 ČECHOVSKÁ, I. Plavecká sportovní kariéra. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 71, 2005, č. 2, s. 9-14. ISSN1210-7689
15. DOVALIL, J., et al., *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5
16. GARRIDO, N., et al. Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers?. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 2010, 300–310.
17. GIROLD, S., et al., Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2007, 21.2: 599-605.
18. HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Portál, 2012.

19. HOFER, Z., et al., *Technika plaveckých způsobů vydání 3*. Editoři: Hofer, Z., Jasan, L., Felgrová, I., Smolík, P., Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 2012. Kapitola 3., s. 45-60, ISBN:8-246-0169-9
20. HOFF, J., GRAN, A., HELGERUD, J. *Maximal strength training improves aerobic endurance performance*. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2002, 12, 288-295.
21. HOHMANN, A., et al., The influence of strength, speed, motor coordination and technique on the performance in crawl sprint. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 1999, 191-196.
22. HOLMER, I. Oxygen uptake during swimming in man. *Journal of Applied Physiology*, 1972, 33.4: 502-509.
23. HOTTENROTT, K., et al., Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen– Trainingswissenschaft. In: *Sport*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 439-501.
24. JANÍK, R. *Speciální silová příprava plavkyně S. K. Závěrečná práce*, Praha: UK FTVS, 2004.
25. JOHNSON, R. E., SHARP, R. L., HEDRICK, C. E. *Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: a multiple regression approach*. *J Swim Res*, 1993, 9.1: 10-4.
26. JUŘINA, K. Biomechanika kraulové propulze. In *Acta Univ. Car. Gym. Vol. 20. č. 1* Praha: UK 1984.
27. JUŘINA, K. *Základy sportovního plavání*. Skriptum pro FTVS, Praha 1978
28. KISELEV, A. P. The use of specific resistance in highly qualified swimmers' strength training. *Sov Sports Rev*, 1991, 26.3: 131-2.
29. KOMI, P. V. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 1986,
30. KONDRASKE, G. V. Cognitive performance modeling based on general systems performance theory. In: *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology*. IEEE, 2010. p. 5238-5241.
31. KÜTTNER, T., ROMANUS, Y. *Untersuchungen zur Wirkung einer Inline-Skate-Ausbildung auf den Lernprozess im Skilauf*. diplom. de, 2003.
32. LEHNERT et al., Sportovní trénink I In: *Teorie a didaktika sportovního tréninku* [online]. 2014 [vid. 2017-5-15]. Dostupné z <https://publi.cz/books/148/02.html>.
33. LEHNERT et al., Trénink síly In: *Kondiční trénink* [online]. Červen 5, 2018 [vid. 2018-6-5]. Dostupné z <https://publi.cz/books/149/Cover.html>.
34. MAGLISCHO, E. W. *A Primer for Swimming Coaches Volume 2: Biomechanical foundations*, Nova Publishers, New York, 2016. ISBN: 978-1-63483-596-1.
35. MAGLISCHO, E. W. *Swimming fastest*. Human Kinetics, 2003.
36. MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins, 2010, ISBN 978-0-7817-9781-8.
37. MCLEOD, I. *Swimming anatomy*. Human Kinetics, 2010.
38. MIYASHITA, M., KANEHISA, H. Effects of isokinetic, isotonic and swim training on swimming performance. *Biomechanics and Medicine in Swimming IV*, 1983, 329-334.
39. MOTYČKA, J. *Kinematická a dynamická analýza plavání a veslování*. Brno: VAAZ. 1979.
40. NEUMANN, G., PFÜTZNER, A. HOTTENROTT, K. *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada Publishing. 2005. CK\_1011\_3.indd 237 18.10.2011 9:18:00

41. OLBRECHT, J. *The Science of Winning - Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. 1.vyd. Luton (England) : Swimshop. 2000
42. PAYNE, V. G., et al. Resistance training in children and youth: a meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, 1997, 68.1: 80-88.
43. PENDERGAST D. R., CAPELLI C., CRAIG A. B., DI PRAMPERO P. E., MINETTI A. E., MOLLENDORF J., TERMIN I. I., ZAMPARO P., Biophysics in swimming, [in:] J. P. Vilas-Boas, F. Alves, A. Marques (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X*, Portuguese J. Sport Sci., 2006, 185–189
44. ROUARD, A. H., QUEZEL, G., BILLAT, R. P. Effects of speed on EMG and kinematic parameters in freestyle. *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*. Eds: Maclaren D., Reilly T., Lees A., Cambridge, E & FN Spon, 1992, 93-97.
45. RUSHALL, B. Specificity of training In: *Swimming Science Bulletin* [online]. 1992 [vid. 2016-7-4]. Dostupné z <https://coachsci.sdsu.edu/csa/vol12/table.htm>.
46. SADOWSKI, J., et al., Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of human kinetics*, 2012, 32: 77-86.
47. SCOTT, R., SCOTT, R. *Science of Swimming Faster*. USA: Human Kinetics, 2015. Kapitola 2, s. 23-50, ISBN:978-0-7360-9571-6.
48. SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z. *Fysiologie tělesných cvičení*. Avicenum, 1980.
49. SHARP, R. L., et al., *Relationship between power and sprint freestyle swimming*. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1982: Vol. 14 Issue 1. p. 53-56 4p.
50. SHARP, R. L., TROUP, J. P., COSTILL, D. L. Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1981, 14.1: 53-56.
51. SCHRAMM, E., et al., *Sportschwimmen*. Berlin: Sportverlag, 1987
52. STAGER, M., TANNER, A. *Handbook of Sports Medicine and Science Swimming*. Second edition. Carlton: Blackwell Science, 2005.
53. STRASS, Dr. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming science V*, 1988, 149-156.
54. TANAKA, H., COSTILL, D. L., THOMAS, R., FINK, W. J., WIDRICK, J. J. *Dry-land strength training for competitive swimming: interaction between strength training and swim training*. Publisher: Eugene, Ore. : Microform Publications, Int'l Institute for Sport and Human Performance, Univ. of Oregon. 1994. [online]. Červen 10, 1994 [vid. 2012-5-10]. Dostupné z <http://kinpubs.uoregon.edu/>.
55. TANAKA, H., SWENSEN, T. *Impact of resistance training on endurance performance: A new form of cross-training*. *Sport Medicine*, Volume 25, Number 3, March 1998, pp. 191-200
56. TLAPÁK, P. *Posilování kloubní kondice: centračně-stabilizační cvičení*. ARSCI, 2014.
57. TOUSSAINT, H. Performance determining factors in front crawl swimming. *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*. London: E & FN Spon, 1992, 13-32.
58. TOUSSAINT, H., KNOPS, W., DE GROOT, G., HOLLANDER, A. P. The mechanical efficiency of front crawl swimming. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22:402-8.
59. TOUSSAINT, H., VERVOORN, K. *Effect of Specific High Resistance training in th Water on Competative Swimmers*. *International Journal of Sports Medicine* 11, 1990. 228-233.
60. TRAPPE, S., PEARSON, D. *Effect of weigth assisted dry-land strength training on swimming performance*. *Journal of Strength and Conditioning Reasearch* 1994, 8, 209-213
61. VORONTSOV, A. et al., *The assessment of specific strength in well-trained male athletes during tethered swimming in the swimming flume*. *International Symposium*

- on Biomechanics and Medicine in Swimming (Xth : 2006 : Porto, Portugal). Revista Portuguesa de Ciências do Desporto June 2006: Vol. 6 Issue 2 Suppl. p. 275-277 3p. [online]. Červen 15, 2006 [vid. 2015-6-15]. Dostupné z Publisher: <http://www.fcdef.up.pt>.
62. YOUNG, W. B. Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, 2006, 1.2: 74.
63. ZAHRADNÍK, D. a KORVAS, P. Trénink silových schopností In: *Základy sportovního tréninku* [online]. Srpen 20, 2012 [vid. 2017-8-20]. Dostupné z <http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/07.html>.
64. ZATSIORSKY, V. M., KRAEMER, W. J. *Silový trénink: Praxe a věda*. Mladá fronta, 2014. s. 348. ISBN 978-80-204-3216-2.