

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Vliv cvičení – střídavé kroužení horních končetin – na technické a výkonnostní složky
plaveckého způsobu kraul u studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Daniel Jurák

Vypracovala:

Bc. Barbora Hejkalová

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité informační zdroje a literaturu. Diplomová práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání stejného nebo jiného akademického titulu.

V Praze dne:

.....

podpis studenta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými zdroji.

Jméno a příjmení: Fakulta/katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Velké díky patří Mgr. Danielu Jurákovi, který vedl mou diplomovou práci a byl maximálně vstřícný při řešení klíčových otázek a bodů studie. Byl oporou v oblasti sestavení struktury práce, získávání potřebných dat a testování probandů i během interpretace výsledků studie. Děkuji panu doc. Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D., který zajistil potřebné vybavení v laboratoři sportovní motoriky UK Fakulty tělesné výchovy a sportu. Dále děkuji PhDr. Babetě Chrzanovské za asistenci při testování a získávání potřebných dat v bazénu. Děkuji také všem probandům, studentům UK Fakulty tělesné výchovy a sportu, kteří se studie účastnili.

Abstrakt

Název: Vliv cvičení - střídavé kroužení horních končetin - na technické a výkonnostní složky plaveckého způsobu kraul u studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu

Cíle: Cílem diplomové práce je zjistit, zda má cvičení *střídavé kroužení horních končetin* ve stoji spojném, které bylo aplikované v průběhu plavecké výuky, vliv na zlepšení techniky plaveckého způsobu kraul.

Metody: Výzkumu se zúčastnilo 30 probandů – studentů 1. ročníku UK Fakulty tělesné výchovy a sportu, bez plavecké kariéry. Během výzkumu byly využity pouze neinvazivní metody, a to měření tělesné výšky, rozpětí horních končetin a tělesné složení na přístroji TANITA. Testování proběhlo v laboratoři sportovní motoriky UK Fakulty tělesné výchovy a sportu. Dále testování v bazénu, kde probandí absolvovali plavecký test na vzdálenost 25 a 50 m. Probandům byl změřen čas a spočítán počet záběrů v plaveckém testu na vzdálenost 25 a 50 m.

Výsledky: Vlivem intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* došlo u probandů intervenční skupiny ke statisticky významnému snížení průměrného počtu záběrů v plaveckém testu na vzdálenost 50 m. Zároveň se počet záběrů významně přiblížil k průměru. V plaveckém testu na vzdálenost 25 m nedošlo ke statisticky významnému rozdílu počtu záběrů mezi intervenční a kontrolní skupinou. Počet záběrů intervenční skupiny se ale více přibližoval průměru. Ani v jednom z testů nedošlo ke statisticky významnému zrychlení intervenční skupiny.

Klíčová slova: kraul, střídavé kroužení horních končetin, technika, rychlost

Abstract

Title: The impact of technical exercise – alternating circling of the upper extremities – to technical part and performance of swimming style crawl, observed in Charles' University students of the Faculty of Physical Education and Sport

Objectives: The aim of this thesis is to determine whether the *exercise alternating circling of the upper extremities* in standing applied during the swimming lessons has impact on improving technically swimming style crawl.

Methods: The research involved 28 probands of the 1st degree of Faculty of Physical Education of Sport Charles University who have never taken part in swimming training. During the research was used only non-invasive methods. The measurement of height of body, upper extremity range and body composition on TANITA device. Testing was carried out in the laboratories of sports motorics at Faculty of Physical Education of Sport in Charles' University. Than testing in swimming pool was attended a swimming test at the distance of 25 and 50 m. Probands were testing in time and it was calculated number of strokes in a swimming test at the distance of 25 to 50 m.

Results: Based on testing, we can say that intervention of the exercise *alternating circling the upper extremities* in probands of intervention group had a statistically significant reduction in the average number of strokes in a swimming test at the distance of 50 m. At the same time, the number of strokes significantly closer to the average. In the swimming test at 25 m there was no statistically significant difference in the number of strokes between the intervention and control groups. Strokes of the intervention group were nearer the average. In neither of the tests there was no statistically significant acceleration of the intervention group.

Key words: crawl, alternate circling of the upper limbs, technique, velocity

OBSAH:

1.	ÚVOD	9
2.	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	10
2.1	Modely sportovního výkonu.....	10
2.2	Struktura plaveckého výkonu	13
2.3	Technika plaveckého způsobu kraul v současné podobě	16
2.3.1	Pohyb horních končetin	17
2.3.2	Pohyb dolních končetin.....	18
2.3.3	Celková souhra plaveckého způsobu kraul.....	19
2.3.4	Technika plaveckého způsobu kraul – sprint.....	21
2.3.5	Technika plaveckého způsobu kraul – vytrvalost.....	23
2.4	Nervová kontrola pohybu horních končetin a jejich koordinace na suchu.....	25
2.4.1	Efektivita koordinace pohybu plaveckého způsobu kraul	28
2.4.2	Svalová aktivita v koordinaci horních končetin a trupu u způsobu kraul....	31
2.5	Silové schopnosti obsažené v plaveckém výkonu	34
2.5.1	Specifická a míra specifčnosti cvičení.....	36
2.5.2	Rozvoj nesespecifické síly v plavání	37
2.5.3	Rozvoj specifické síly v plavání	38
2.6	Morfologické složení těla sportovců	39
2.6.1	Antropomotorické předpoklady k plaveckému výkonu.....	41
2.6.2	Morfologické složení těla plavců.....	42
2.7	Funkční a metabolické krytí plaveckého výkonu	45
2.8	Diagnostika záběrových parametrů v plaveckém způsobu kraul	48
2.8.1	Výpočet délky záběru jednoho pohybového cyklu	48
2.8.2	Počet záběrů za minutu	48
2.8.3	Výpočet rychlosti plavce.....	48
3.	CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY	50
3.1	Cíl práce.....	50
3.2	Výzkumné otázky	50
4.	METODIKA.....	51
4.1	Charakteristika výzkumu	51
4.2	Východiska	51
4.2.1	Sledované proměnné	53

4.2.2	Faktory ovlivňující sledované proměnné.....	53
4.2.3	Aplikace cvičení <i>střídavé kroužení horních končetin</i>	53
4.2.4	Testování v laboratoři a v bazénu	54
4.2.5	Plavecká technika probandů – testování v bazénu.....	55
5.	VÝSLEDKY	58
5.1	Testování – intervenční skupina	58
5.2	Testování – kontrolní skupina	66
5.3	Statistická analýza dat.....	72
5.4	Hodnocení výsledků	73
6.	DISKUZE.....	77
7.	ZÁVĚR.....	83
8.	ZDROJE	85
9.	SOUPIS PŘÍLOH.....	92

1. ÚVOD

Plavecký pohyb je determinován rozvojem pohybových schopností a dovedností. Pohybové schopnosti jsou na rozdíl od pohybových dovedností, kterým se člověk v průběhu života učí, podmíněné geneticky, tréninkem je můžeme stimulovat a rozvíjet. Každá sportovní specializace vyžaduje rozdílnou pohybovou vybavenost. V případě sportovního plavání je kladen důraz na silové, vytrvalostní a rychlostní schopnosti, které v plaveckém tréninku rozvíjíme především v oblasti horních končetin a trupu. Otázkou je, jaká cvičení je žádoucí aplikovat a jaká naopak omezit nebo úplně vynechat.

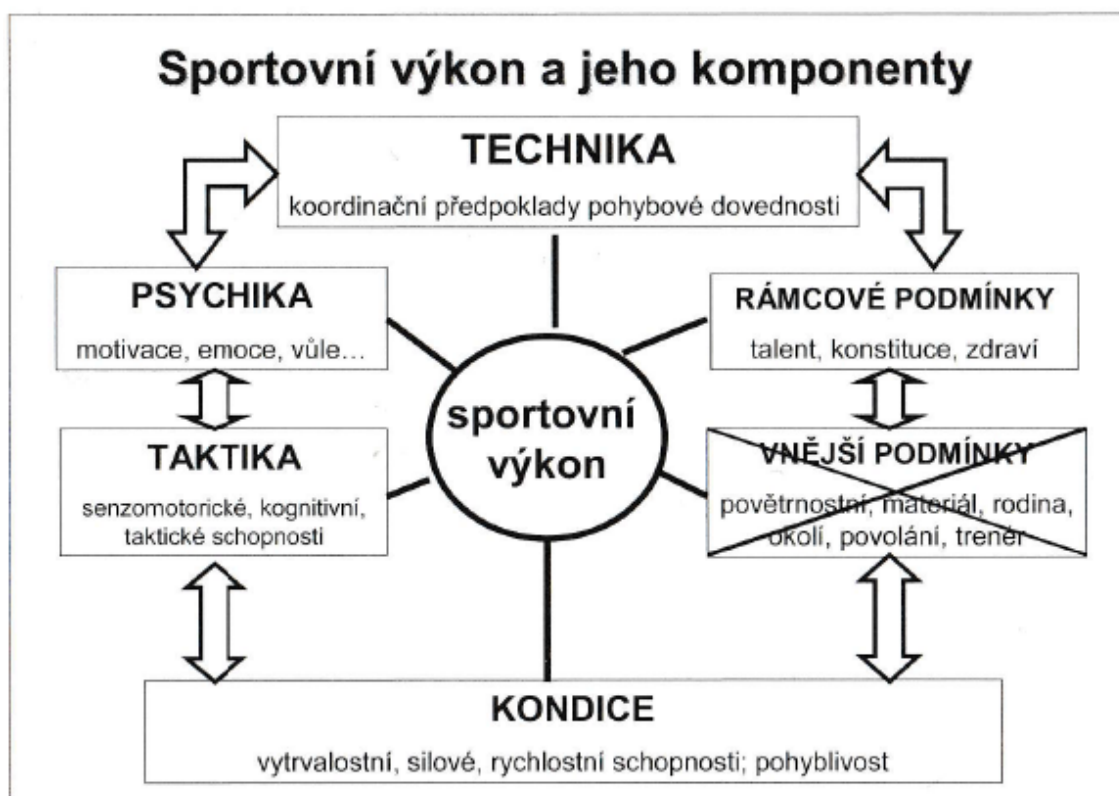
V mé práci jsem se zaměřila na plaveckou techniku kraul, která je nerychlejší a jejíž správné provedení zaručuje, že plavec za překonanou vzdálenost spotřebuje nejméně energie ze všech ostatních definovaných plaveckých způsobů. Již ve své bakalářské práci jsem se zajímala o svalovou funkci horních končetin a trupu v technice kraul. V diplomové práci tento zájem rozvíjím do oblasti rozvoje síly a koordinace, která souvisí s nesespecifickým cvičením na suchu. Víme, že rozvoj síly a tedy větší silová kapacita plavců, znatelně ovlivňuje plavecký výkon i techniku provedení záběrových pohybů. Proto se v práci zaměřuji na ovlivnění silového potenciálu horních končetin, společně s jejich koordinací. Ve své diplomové práci porovnávám změny v úrovni plavecké techniky a výkonnosti, po aplikaci cvičení *střídavé kroužení horních končetin* vpřed na suchu u nezávodních plavců. Cílem práce je zjistit, zda má cvičení pozitivní účinek na techniku plaveckého způsobu kraul a zda ovlivní výkon sprintu plaveckého způsobu kraul u studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu.

Výsledky mé práce využiji k rozšíření teoretických znalostí v didaktice plaveckého způsobu kraul. Předpokládám také praktické zkušenosti, které získám díky průběhu měření, vyhodnocením dat a zpracování výsledků.

2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

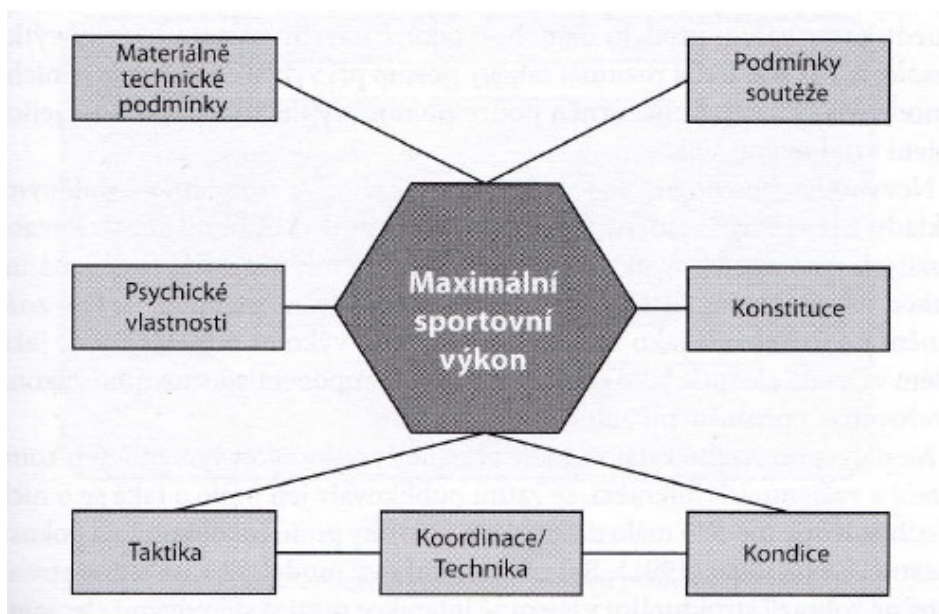
2.1 Modely sportovního výkonu

Dovalil (2012) se věnoval otázce struktury sportovního tréninku, podle něj je sportovní výkon vymezeným systémem prvků, který má určitou strukturu, kdy jde o uspořádání a propojení vzájemných vztahů. Jde podle něj o propojení prvků somatických, fyziologických, motorických a psychických. Každý sportovní výkon charakterizuje určitý počet a uspořádání těchto faktorů (obr. 1).



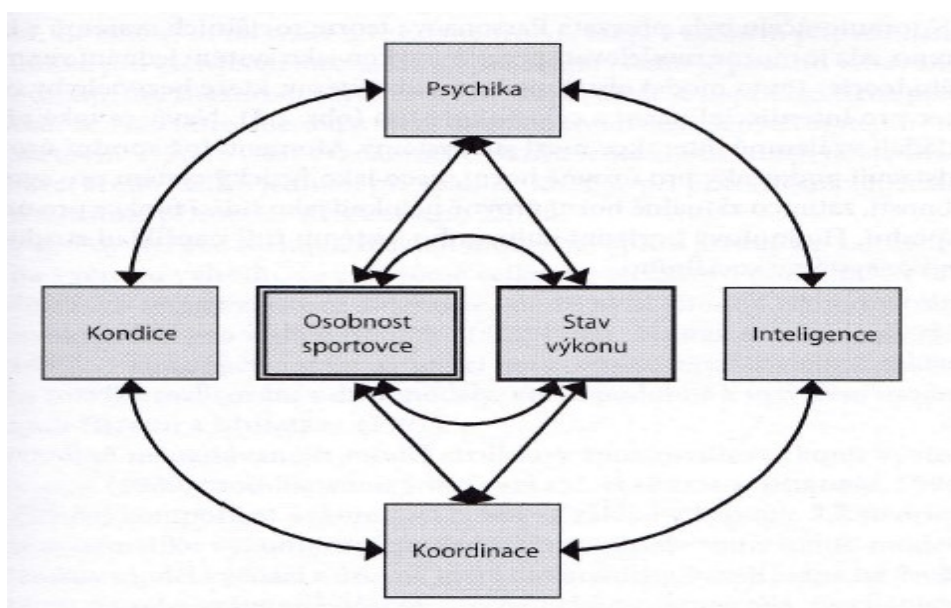
Obr. 1 – Schéma struktury sportovního výkonu (Jansa, Dovalil a kol., 2009)

Modely a struktury sportovního tréninku by měly identifikovat podstatné faktory soutěžního výkonu, ale také by měly integrovat výkonnostní parametry a předpoklady, které u výkonu sportovní specializace hrají významnou roli. Důležité je i propojení těchto parametrů. Schnabelův model (1977) zahrnuje faktory ovlivňující maximální výkon a jejich jednotlivé propojení (obr. 2) (Hohmann a kol., 2010).



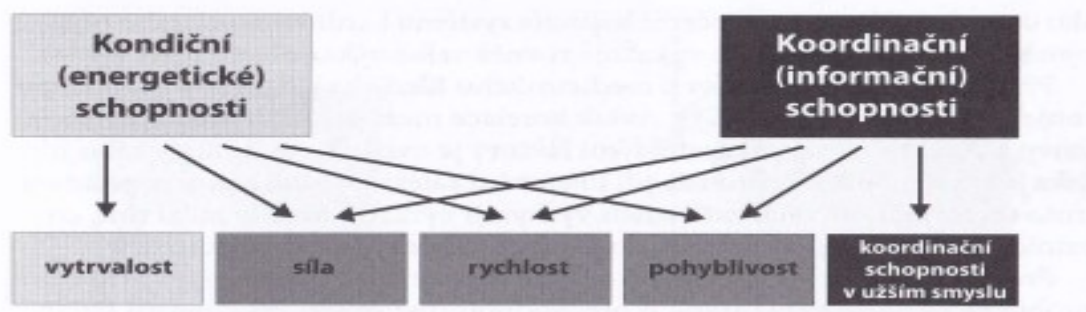
Obr. 2 – Model struktury výkonu podle Bauerfelda a Schrötera (1979)

Martin (1980) staví do popředí svého modelu zkušenostní aspekt, se kterým pracuje věda o tréninku a psychologický teoretický aspekt. Model upřednostňuje aspekt osobnosti sportovce a k němu vztahuje další, které se sportovním výkonem souvisí. Sportovní výkon chápe jako výsledek jednání osobnosti. Uvádí, že sportovní výkon je chápán jako výsledek jednání osobnosti sportovce (obr. 3) (Hohmann a kol., 2010).



Obr. 3 – Model struktury výkonu podle MARTINA (1980)

Rozhodující faktory, na kterých závisí sportovní výkon, jsou podle Hohmanna a kol. (2010) kondice a složení těla (konstituce). Právě kondice a konstituce jsou podle autorů odpovědné za kvalitu fyziologického zajišťování energie a biomechanického přenosu energie v průběhu sportovního výkonu. Zdůvodňují to tím, že stavba těla představuje geneticky danou tělesnou dispozici, kterou může sportovec v průběhu dlouhodobého sportovního tréninku rozvíjet. Výkon sportovce je potom ovlivněn rozvojem kondičních schopností, kvalitně zvládnutou pohybovou koordinací, efektivně zvládnutou sportovní technikou, pokročilým taktickým a psychologickým jednáním. Během sportovního výkonu dochází k překrývání tří oblastí, a to: kondice a koordinace; kondice a konstituce; konstituce a koordinace (obr. 4).



Obr. 4 – Systematika kondice a koordinace se zvláštním přihlédnutím k vzájemným souvislostem mezi silou, rychlostí a pohyblivostí (Holmann a kol., 2010)

Sportovní výkon je realizován sportovní činností, kterou tvoří pohybové schopnosti a dovednosti. Pohybové dovednosti jsou tréninkem získané a v průběhu života je možné učit se nové. Pohybové schopnosti jsou podmíněné geneticky. Jde o individuální předpoklad sportovního výkonu ve sportovní specializaci, promítnutý do pohybové činnosti. Jsou výsledkem složitých vazeb v organismu, kterými je sjednocení fyziologických funkcí, biomechanických dějů a psychických procesů. Pohybové schopnosti jsou klasifikovány do dvou rozdělení, na kondiční a koordinační (Grundlach, 1968; Schnabel a kol., 1997 in Dovalil, 2012).

Oblast kondice a koordinace jsou předmětem řešení mé diplomové práce, proto se jimi budeme zabývat v následujících kapitolách. Kondiční pohybové schopnosti jsou rozděleny podle fyzikální charakteristiky a řadíme sem tyto schopnosti: rychlost; sílu; vytrvalost. Koordinační schopnosti jsou vázané na řízení regulace pohybu. Každá sportovní disciplína mimo jiné klade určité nároky na dokonalé sladění složitějších pohybů. Jde o zvládnutí rovnováhy, odhad vzdálenosti a v případě plavání o rytmus

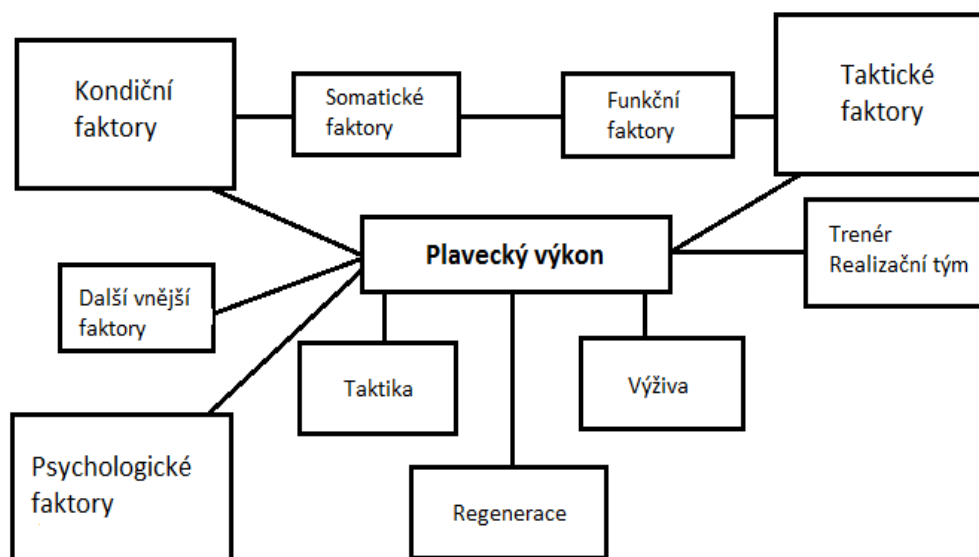
a koordinaci plaveckých pohybů. Koordinační schopnosti jsou řízeny funkcemi CNS (Dovalil, 2012).

2.2 Struktura plaveckého výkonu

V plaveckém výkonu jde o splnění pohybového úkolu vymezeného pravidly. Faktory ovlivňující sportovní výkon chápeme jako relativně samostatné součásti sportovního výkonu. Řadíme sem faktory somatické, kondiční, technické, taktické a psychické. Každý z faktorů koresponduje se složkami sportovního tréninku a je možné jej tréninkem ovlivnit. Faktory plaveckého výkonu jsou specifické z důvodu vodního prostředí. Hlavní specifika spočívají v tom, že voda lokomoci plavce brzdí, zároveň mu ale formou propulze, kterou plavec vytváří hnací silou paží, umožňuje pohyb vpřed. Výkon plavce je bezprostředně ovlivněn úrovní vnímání pocitu vody (Pokorná, Čechovská, 2009).

Hofer a kol. (2011) spojuje pocit vody společně s neuromotorickou citlivostí na tlak a vztlak vodního prostředí. Upozorňuje na velmi vyvinuté vnímání odporu vodního prostředí, které se váže na smyslové pocity dotykové, svalové, rovnovážné a teplotní. Výkon ovlivňují i organizační vlivy a pravidla plavání. Podstatou plaveckého výkonu je překonat závodní trať co nejrychleji daným plaveckým způsobem, v souladu s pravidly. Z hlediska času trvají plavecké výkony od 19 sekund po desítky hodin. Plavecký výkon je výsledkem řady faktorů a skupin determinantů, které se vzájemně ovlivňují. Čechovská (2004) navrhla schéma (obr. 5) jednotlivých faktorů, které plavecký výkon ovlivňují. Podle výše uvedeného modelu závisí výkon plavce převážně na jeho technické, fyzické a psychologické charakteristice.

Determinanty plaveckého výkonu - tréninkové a závodní podmínky

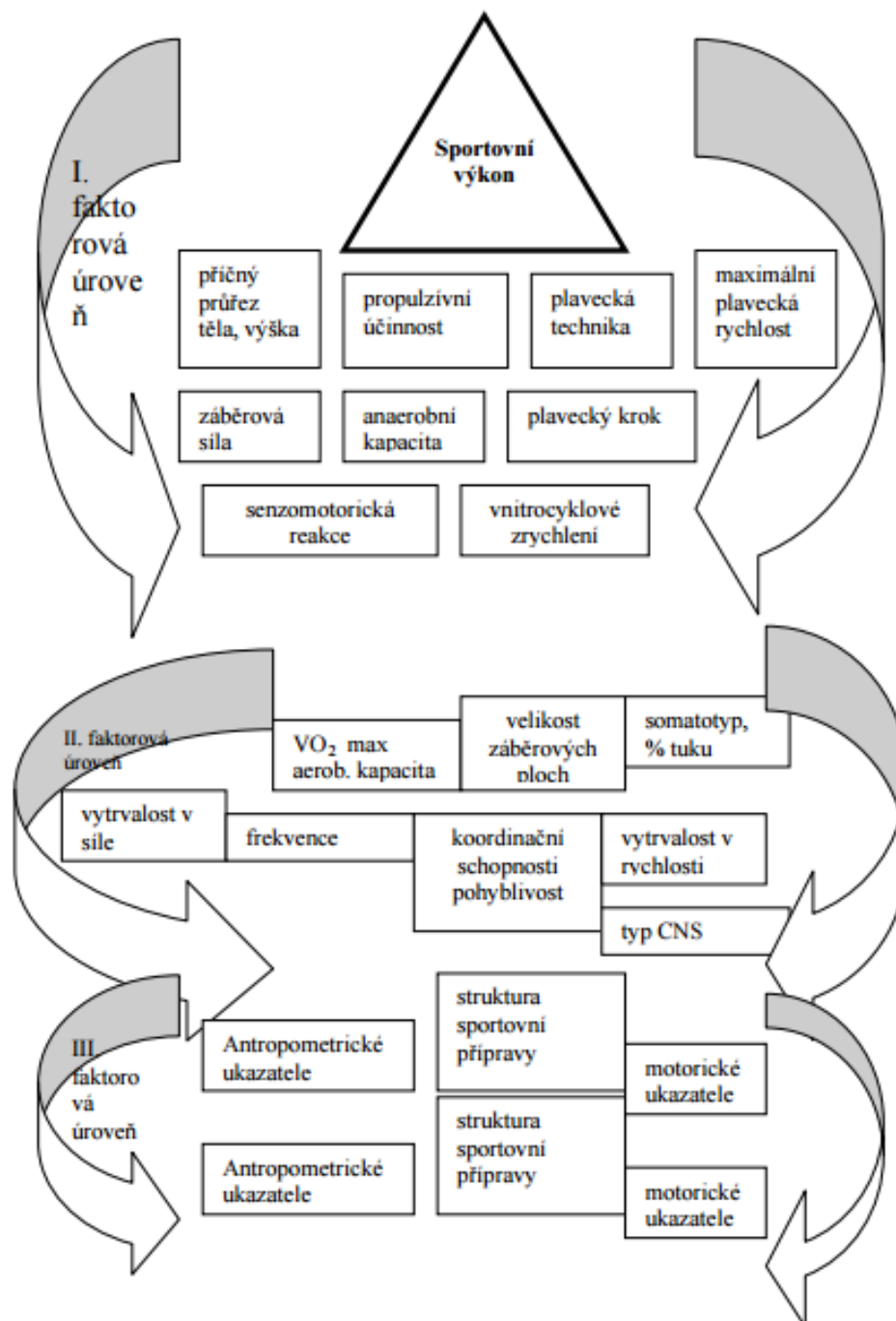


Obr. 5 - Schéma struktury plaveckého výkonu (Čechovská, 2004)

Autoři (Schramm, 2002; Čechovská, 2004) se shodují na úzké vazbě mezi faktorem techniky, motorickokoordinační složkou a faktorem kondičním. Naopak Lukášek (2001) se přiklání k názoru, že dosažený čas v závodě podmiňují tři skupiny faktorů, a to neuromuskulární funkce organismu, energetické zabezpečení s využitím energetických zásob a psychická připravenost plavce.

Procházka a Macejková (2003) jsou zastánci toho názoru, že plavecký výkon je podmíněn aerobní a anaerobní kapacitou, nervosvalovými a senzomotorickými dispozicemi, somatickými předpoklady a psychickou složkou. Pokud chceme ovšem pohlížet na strukturu plaveckého výkonu obecně, půjde pouze o orientační subjektivní pohled. Procházka a Macejková (2003) připravili strukturu plaveckého výkonu z hlediska specifík pro sprinterské tratě do tří-faktorové úrovně (obr. 6). Do první skupiny faktorů zařadili ty faktory, které jsou geneticky podmíněné, a které se objevují u všech plaveckých specializací. Do druhé skupiny řadí ty, které jsou bezprostředními předpoklady pro spinterský výkon a do třetí skupiny faktory specifické, které jsou-li kvalitně zvládnuty, přímo ovlivňují výkon. V každé úrovni jsou zahrnuty faktory související s motorickokoordinační složkou plaveckého výkonu. Díky nim se projevují další důležité faktory ovlivňující výkon, a proto je jejich optimální zastoupení nutnou podmínkou k realizaci sportovního plaveckého výkonu. Podle autorů se nižší či vyšší

úroveň těchto faktorů vylučuje s dosažením nejlepšího sportovního výkonu. Konkrétní výkon plavce je složitý víceúrovňový systém specifických vztahů mezi širokým spektrem jednotlivých faktorů (Pokorná, Čechovská, 2009).



Obr. 6 - Faktorová struktura výkonu v plaveckých sprinterských disciplínách (Procházka, Macejková, 2003)

Plavecké výkony se odehrávají v řádu několika sekund, jedná-li se o závody ve sprintu, ale i hodin, pokud hovoříme o dálkovém plavání. Krátkodobá vytrvalost je schopnost vykonávat činnost co nejvyšší intenzitou po dobu 35 s–2 min, dominantním energetickým krytím je systém anaerobní, kdy dochází ke štěpení glykogenu bez přístupu kyslíku. Střednědobá vytrvalost trvá přibližně 2–8 min a jde o schopnost vykonávat pohybovou činnost odpovídající nejvyšší možné spotřebě kyslíku organismu, kdy je krytí anaerobní s aktivací LA systému. Pokud hovoříme o dlouhodobé vytrvalosti, jde o schopnost vykonávat pohybovou činnost trvající od 10 min déle při aerobním energetickém krytí za přístupu kyslíku (tab. 1) (Jansa, Dovalil a kol., 2009).

Tab. 1 - Struktura plaveckého výkonu z hlediska vytrvalosti vzhledem k plavecké distanci a hodnoty vybraných fyziologických ukazatelů (Neumann, Pfützner, Hottenrott, 2005)

veličina	krátkodobá vytrvalost	Střednědobá vytrvalost	dlouhodobá vytrvalost I	dlouhodobá vytrvalost II	dlouhodobá vytrvalost III	dlouhodobá vytrvalost IV
	35 s-2 min	2-10 min	10-30 min	30-90 min	90-360 min	360 min a více
	50 m, 100 m (200 m)	200 m, 400m	800 m, 1500m	5 km	10 km, 25 km	30 km a více
srdeční frekvence (tepy/min)	180-200	180-195	170-185	150-160	120-140	100-130
laktát (mmol/l)	13-16	10-13	8-10	4-8	2-4	1-2
získávání energie						
% aerobně	20	40	80	90	95	98
% anaerobně (laktátově)	80 (20)	60 (10)	20	10	5	2
energetická spotřeba						
kcal/min	60-80	45	30	25	20-25	15-20
kcal celkem	50-160	90-450	450-870	870-2250	2250-6120	6120 a více
volné mastné kyseliny (mmol/l)	0,400-0,500	0,400-0,500	0,600-0,900	0,600-1,400	0,700-1,900	0,800-2,000
močovina (mmol/l)	4-6	4-6	4-6	5-8	6-9	7-11
cortisol (μmol/l)	150-250	150-250	400-700	400-800	400-900	500-800

2.3 Technika plaveckého způsobu kraul v současné podobě

V diplomové práci se zabýváme aplikací cvičení a jeho vlivu na plaveckou techniku a výkon. V následujících kapitolách se budeme věnovat těmto třem složkám plaveckého tréninku. Začneme kapitolou popisující plaveckou techniku.

Plavecký způsob kraul se vyznačuje střídavým načasováním pohybu horních končetin a plynulými přechody mezi jednotlivými fázemi pohybu (Colwin, 1999). Jde o nejefektivnější plaveckou techniku, protože umožňuje rovnoměrnou rychlost plavání v průběhu jednoho pohybového cyklu. Paže vykonávají hlavní hnací sílu, dolní končetiny mají funkci stabilizační a vyrovnávací (Hofer a kol., 2011).

Tělo zaujímá na hladině mírně šikmou polohu, kde jsou hlava a ramena o něco výše než boky. Při výdechu plavec sklání hlavu obličejovou částí pod hladinou vpřed dolů, hlava rozráží vodní hladinu temenem. Úhel náběhu mezi hladinou a podélnou osou těla je 0–10°. Úhel se mění v závislosti na rychlosti plavání. V průběhu záběrů se horní část trupu vychyluje kolem podélné osy těla. K maximálnímu vychýlení dochází v první části záběrové fáze, kdy ramenní osa svírá s hladinou úhel 40–50°. Na vdechové straně je úhel vždy větší. Vychýlení na stranu zabírající paže umožňuje plavci zabírat ve výhodné poloze. Může tak využívat svých silových schopností. Rozkyv těla je výhodný pro přenos druhé paže i vdech. Hlava se při rozkyvu může natočit do strany částečně ve spojení s trupem plavce (Hofer a kol., 2011).

Colwin (1999) uvádí jako velice důležitou polohu hlavy. Bude-li hlava příliš vysoko, spodní část těla a nohy klesnou níže pod hladinu. Plavec nezachová hydrodynamickou polohu a zvýší se odpor prostředí. Moderní plavání způsobu kraul apeluje na předklon hlavy tak, aby vodní hladina překrývala temeno. Příliš velký předklon hlavy způsobuje zvýšenou polohu boků a hýždí.

2.3.1 Pohyb horních končetin

Hlavní hnací sílu vytvářejí v plaveckém způsobu kraul horní končetiny, jedná se o 80–85 % práce. Na jeden pohybový cyklus horních končetin zpravidla připadá šest kopů dolních končetin. Rychlost pohybu paží a uplatňované svalové úsilí se v průběhu záběru zvyšuje. Po ukončení záběru naopak přichází rychlé uvolnění záběrového svalstva, které během přenosu paže odpočívá (Čechovská, Miler, 2008).

Práci horních končetin dělíme do pěti fází:

- fáze přípravná
- fáze přechodná
- fáze záběrová – přitažení, odtlačení
- fáze vytažení

- fáze přenosu

Přípravná fáze začíná, jak uvádí Colwin (1999), protnutím hladiny, paže se pohybuje ve směru lokomoce. Zvyšuje se odpor plavce a je nutné, aby ruka zachovala příznivý hydrodynamický tvar a správnou polohu s nataženými prsty, směřujícími vpřed. Poté se paže krčí směrem dolů do úhlu asi 90° a nastupuje přechodná fáze, která je velmi krátká. Většina zahraničních autorů řadí přechodnou fázi k přípravné nebo záběrové fázi. V této části cyklu ruka přechází z brzdící polohy do záběrové, působí na ni vodní prostředí, což je signálem pro nasazení záběrového úsilí. Zpočátku se ruka pohybuje dolů, aby dosáhla maximální hloubky, po jejím dosažení se ohýbá v lokti a směřuje k podélné ose těla, zároveň dochází k vnitřní rotaci v ramenním kloubu, spojenou s elevací lopatky. Dochází k výhodné poloze vysokého lokte, na jejíž důležitosti se všichni autoři shodnou. Náběžnou hranou je tehdy palcová strana ruky (Hofer a kol., 2011).

Ve fázi odtlačování se paže začíná opět natahovat, pohybuje se pod břicho a odtud vně od podélné osy těla nazad. Důvody záběru horních končetin po esovité křivce během práce paže popsal v roce 1974 Counsilman, od té doby se toto vysvětlení příliš nemění. Autoři se zmiňují o účinnosti velikosti křivky na celkovou propulzi (Colwin, 1999; Maglischo, 2015; Hofer a kol., 2011). Záběr je ukončen v oblasti kyčelního kloubu. Nekončí-li záběr v této poloze, ztrácí na efektivitě a snižuje se plavcova propulze. Během odtlačování se ramenní osa vrací do vodorovné polohy. Tím jsou vytvořeny podmínky pro záběr druhé paže.

Na ukončení záběru navazuje fáze vytažení, paže se pohybuje nahoru a vpřed, vznikají brzdící síly. Nejlepší plavci vytažují paži z vody loktem napřed a během fáze přenosu dokážou záběrové svalové skupiny vypojit. Uvolněnou paži plavci přenášejí dvěma způsoby. Ti, kteří disponují velkou pohyblivostí v ramenním kloubu, loket přenáší po nejvyšší dráze. Ti s menší mobilitou kloubu přenášejí paži níže nad hladinou. Uvolněná ruka i předloktí vykonávají kyvadlový pohyb (obr.7) (Hofer a kol., 2011).

2.3.2 Pohyb dolních končetin

Dolní končetiny mají především vyrovnávací funkci, částečně vytváření hnací sílu (Hovel a kol., 2011). Názor Richardse (2004) se liší, ten považuje práci dolních končetin za zásadní sílu při plavání kraulu. Pohyb dolních končetin vychází z kyčelních

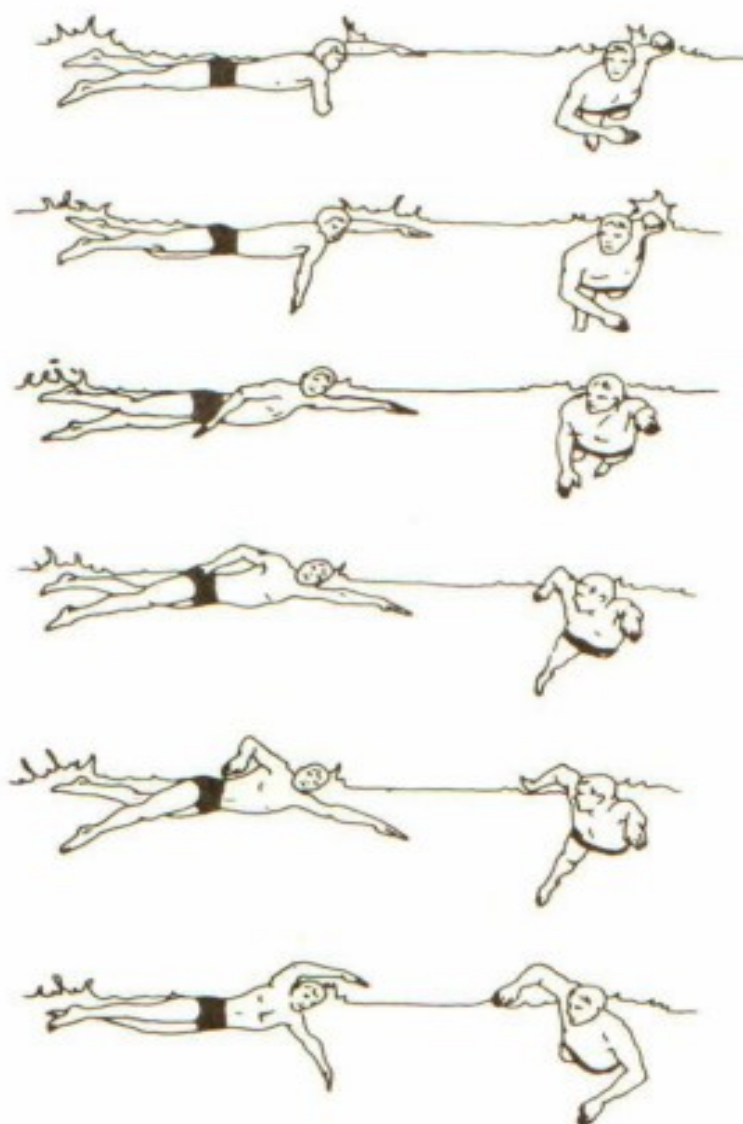
kloubů a odtud přes kolena přechází do hlezenních kloubů. Pohyby bérců jsou vždy opožděny za pohyby stehen, jde o analogii vlnovitých pohybů. Anatomická stavba lidského těla, tuhost stehna i bérce a omezený pohyb v kolenním kloubu dovolí provést pouze vlnu ve směru extenze v kolenním kloubu. Nazýváme ji kraulový kop (Hofer a kol., 2011). Silné kopy jsou podmíněné trénovaností velkých svalů dolních končetin. Během závodů na krátkých tratích by kopy měly být vysoké intenzity a rychlého tempa. Pomalé kopy nižší frekvence jsou vhodné pouze pro delší tratě a zotavení. Typický je pro závodní provedení šestiúderový a dvouúderový kop. Při rychlém tempu se dostávají boky i poloha trupu výše. Rychlejší, šestiúderový kop, je využíván ve sprintech. Dvouúderový je vhodný pro stabilizaci a usměrnění polohy těla, používá se při závodech na dlouhé tratě. Podíl hnacích sil dolních končetin oproti horním je 15–20 %. (Motyčka, 2001).

Za začátek pohybového cyklu dolních končetin považujeme dolní krajní polohu nohy. Končetina je propnutá, v sagitální rovině mírně přesahuje podélnou osu těla, nártý vytočeny dovnitř. Dále se celá končetina pohybuje nahoru, je natažená, protože česka další pohyb kolene nedovoluje. Pohyb nahoru je prováděn poměrně malým úsilím. Pohyb dolů začíná flexí v kyčelním kloubu, noha i bérce ještě pokračují nahoru a končetina se ohýbá v kolenním kloubu. Díky extenzi v kolenním kloubu dochází k vlnovitému pohybu, relaxovaný nárt se vlivem tlaku vody otáčí dovnitř. Rozsah pohybu je omezen mobilitou hlezenního kloubu. Hnací sílu vytváří plocha nártu a dolní část bérce. Vertikální složka síly se projevuje v reakci stehna při pohybu nahoru, kterým je započat další cyklus (Hofer a kol., 2011).

2.3.3 Celková souhra plaveckého způsobu kraul

Colwin (1999) popisuje několik důležitých momentů při souhře horních a dolních končetin. Pohyb paží dle něj a mnoha dalších autorů začíná propnutím hladiny a nazývá ji přípravnou fází. Uvádí, že přípravná fáze musí být efektivní, protože jakákoliv chyba v tomto okamžiku způsobí neefektivní záběr ve fázi přitažení. Jako přednostní uvádí polohu vysokého lokte, která umožňuje sklopenému zápěstí, směrem dolů k hladině, aby jí volně prošlo. Jako další důležitý moment uvádí ten, kdy paže svírají pravý úhel. Jedna paže se nachází ve fázi přechodné, druhá paže ve fázi odtlačení. Podle Colwina (1999) jde o kontrolní bod, kde je zřejmé správné načasování

práce paží. Ruka i předloktí mají ideální polohu pro vykonání silného přitažení vody. Vysoká poloha lokte jej umožňuje vytočit do vnější strany a ruka začíná opisovat esovitou křivku. Po dokončení záběru ve fázi vytažení vykonává rameno nejvíce práce, protože zvedá paži nad hladinu a přenáší ji vpřed. Relaxovaná končetina se sklopeným předloktím vykonává pohyb vpřed a přenáší paži blíže k hladině. Práci dolních končetin popisuje jako vyvažující, kdy kop vždy provádí protilehlá dolní končetina.



Obr. 7 - Pohyby horních končetin, kraul (Hofer a kol., 2011)

2.3.4 Technika plaveckého způsobu kraul – sprint

Plavci sprinteři by měli nejen zvládat perfektní techniku plaveckého způsobu ale i disponovat rozvinutými kardiovaskulárními schopnostmi, vnitrosvalovou koordinací a dynamickými silovými schopnostmi. Typická závodní vzdálenost strpinterských tratí je 25–100 m. Pro vynaložené úsilí v těchto distancích je nutné, aby plavci disponovali vyvinutými zádozími svaly, svaly prsními a svaly pletence ramenního (Havlíčková a kol. 1993).

Maglischo (2015) se zmiňuje o technice závodního provedení plaveckého způsobu kraul u sprinterů. Podle něj plavci de facto ignorují esovitou a sprinterský záběr provádějí téměř propnutou paží. Během záběru krčí paži v lokti jen minimálně a hlavní záběrovou plochou je předloktí a mírně rozevřená dlaň. Paže zajišťuje efektivní záběrovou plochu, podílí se na vyšší propulzní síle a mohutnějším provedení záběru. Po popsání této techniky nechal plavce uplavat 50m úsek volným způsobem. Čas, který plavec zaplavaval, byl necelých 18 s, do té doby byl standartní čas zaplavaný na 50m úseku 20 s.

Pro zvládnutí techniky sprintu je nutné svaly, které se podílí na fázi záběru, během fáze přenosu relaxovat. Pravdou je, že vrcholoví plavci dokážou svaly nad hladinou relaxovat i když mají paži stále propnutou. To, že dokážou uvolnit a relaxovat záběrové svaly, i když je paže propnutá, je zásadním prvkem pro zvládnutí sprinterské techniky plaveckého způsobu kraul. Hofer a kol. (2011) poukazuje na to, že v současné době se názory na průběh svalového úsilí při pohybu horních končetin liší. Domnívají se, že nejlepší plavci dokážou v krátkém časovém úseku (nejspíš na začátku záběrové fáze) vyvinout velké svalové úsilí, které se jim daří udržet v průběhu celé záběrové fáze. Na konci záběrové fáze potom dokážou svaly horních končetin relaxovat. Někteří se ale domnívají, že plavci svalové úsilí v průběhu záběru stupňují.

Podle Maglischa (2015) není důležité, zda plavec provádí přenos paže s polohou vysokého lokte, ale to, že plavec dokáže správně nastavit záběrové plochy pod hladinou a zefektivní tak provedení záběru a zvýší propulzní síly. Naprostá většina elitních plavců využívá tuto techniku záběru během závodů na 50 m volným způsobem a někteří z nich i v závodě na 100 m. Ne všichni plavci jsou schopni techniku udržet celých 100 m, protože jde o velmi fyzicky náročné provedení záběru a vyžaduje poměrně dost vyvinutou vnitrosvalovou koordinaci. Záběr téměř propnutou paží není možné udržet

na středně dlouhé vzdálenosti 200 m a tratích delších. V průběhu záběru totiž dochází k velkým silovým nárokům na ramenní kloub, šlachy a svaly pletence ramenního. Jde o techniku, kterou je třeba velmi dlouho trénovat a není snadné ji aplikovat v krátké době. Plavci, kteří tento typ záběru v závodech využívají, by měli absolvovat velice precizní silový trénink a dodržovat tréninkový plán monitorovaný trenéry, kteří mají s aplikací záběru zkušenosti. Dochází k velikému riziku poranění pletence ramenního. Na obr. 8 vidíme provedení záběru propnutou paží pod hladinou. Jak je uvedeno výše, většina vrcholových plavců tento záběr v závodech na 50 m využívá. Plavecká poloha sprinterů je méně kolmá, spíše šikmá, ramena spočívají výše než pánev, která je ponořená pod hladinou.

Maglischo (2015) jako zásadní uvádí počet nádechů během uplavené tratě. Protože je plavecké dýchání velice náročné na koordinaci, je třeba jeho počet snížit na minimum. Vrcholoví plavci dokáží přeplavat 50m bazén bez jediného nádechu. Mladí plavci sprinteři jsou trénováni tak, aby vzdálenost 25 m uplavali bez nádechu. Teenageři a starší plavci, aby zvládli uplavat až 50 m bez nádechu. Elitní plavci se během závodu na 50m trati nadechnou maximálně 3×.

Plavci sprinteři jsou podle Motyčky (2001) svalnatější a těžší než plavci, kteří plavou tratě vytrvalostní. Jejich stavba těla a somatotyp jim umožňuje vyvinout větší sílu při lokomoci. Sprinteři disponují pouze 3 až 6 mm podkožního tuku. Rozložení svalových vláken plavců je z 55–60 % vláken rychlých a 40–45 % vláken pomalých.



Obr. 8 - Plavecký způsob kraul propnutou paží (Maglischo, 2015)

2.3.5 Technika plaveckého způsobu kraul – vytrvalost

Vytrvalostní a dálkové plavání byly první disciplíny, kterými začal rozvoj plaveckého sportu. Základní členění dálkového plavání se odvíjí od délky tratě. Krátké tratě se plavou na 800–1500 m a jejich zaplávání trvá zhruba 10–30 min. Střední tratě do vzdálenosti 5 km po dobu 30–90 min. Tratě dálkové, dlouhé 10–25 km plavci plavou 90–360 min a tratě delší než 30 km, se plavou více jak 360 min (Neumann a kol., 2005). Vytrvalostní plavání je kromě fyzické náročnosti obtížné i psychicky, právě kvůli stovkám naplavaných kilometrů. Vytrvalostní plavci by měli být houževnatí a trpěliví. I zde je velice důležité zvládnutí techniky plaveckého způsobu, která má svá specifika. Pro vytrvalce je důležitá délka záběru, která jim zajistí menší úsilí během vykonání záběru, dále využití propulzních sil a co nejvíc snížit síly brzdící a odpor. Poloha těla vytrvalců by měla být vodorovná a nevyvíjet tak zbytečný odpor. Plavec musí udržet vodorovnou polohu u hladiny tak, aby hlava, krční páteř, tělo, dolní končetiny byly v jedné linii a tělo plavce nevytvářelo zbytečný odpor. Práce dolních končetin je relaxovaná a snadná, hlavní hnací silou jsou paže a na rozdíl od sprintu, dolní končetiny nevyvíjejí takovou hnací sílu, mají spíše roli vyrovnávací. Efektivními kopy tělo neztrácí potřebný kyslík. Paže se v případě vytrvalostního plavání pohybuje po esovité křivce, kdy jsou hlavními záběrovými plochami předloktí a dlaně (Maglischo, 2015).

Hofer a kol. (2011) upřednostňuje na delších tratích techniku, kdy plavci využívají práci dolních končetin v menší míře a jejich práce je nepravidelná, kopy méně intenzivní. Plavci využívají kraul dvouúderový nebo čtyřúderový. Popisuje, že šestiúderový kraul se využívá při sprintu a plavci techniku vzhledem k délce tratě mění. Hofer a kol. (2011) také poukazuje na výzkum Gordona (1964), který měřil brzdící síly působící na plavce, kdy v prvním případě táhli plavce ve splývavé poloze, a v druhém plavec vykonával kopy maximální možnou intenzitou. Zjistil, že při rychlosti (do 2,38 m/s), byla práce dolních končetin efektivní, protože k dosažení rychlosti bylo třeba jen malých hodnot tažných sil. Tehdy dolní končetiny přispívaly propulzní silou, a však po zvýšení této rychlosti tažení, začínaly dolní končetiny plavce spíše brzdit. Během plavání 50 m závodníci dosahují rychlosti 2,29 m/s. Z toho vyplývá, že práce dolních končetin vždy přispívá propulzní silou i při maximální intenzitě plavání závodníka. Adrian (1967) porovnával spotřebu kyslíku během plavání pouze horními a pouze dolními končetinami. Zjistil, že během plaváním pouze dolními končetinami

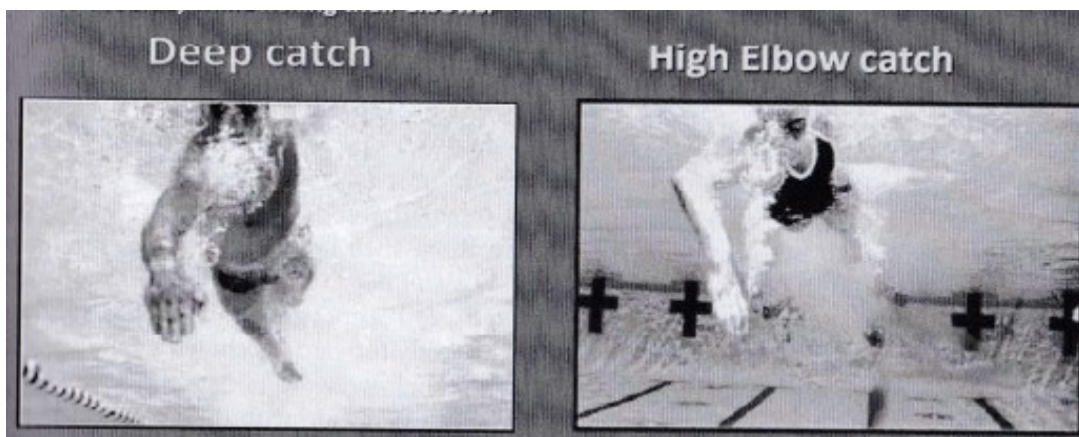
je spotřeba kyslíku až čtyřnásobně vyšší, než při plavání končetinami horními. Na základě měření můžeme říci, že kraulové nohy přispívají v celku malou propulzní silou při velké spotřebě kyslíku. Význam pro vytrvalostní plavce je menší, než pro sprintery, neboť ti hradí vydanou energii ATP systémem (Gordon, 1964; Adrian, 1967 in Hofer, 2011).

Podle Maglischa (2015) by se měli plavci nadechovat během každého záběrového cyklu ve 200m disciplínách a delších tratích. Někteří plavci a trenéři se domnívají, že tak časté nadechování plavecký výkon zpomalí. Měli by ale myslet na to, že kyslík, kterého se plavci již na začátku závodu nadýchají, bude dodán do svalů až později. Tím, že na začátku závodu budou provádět nádech během každého pohybového cyklu, předejdou brzké únavě a nedostatku kyslíku ve svalech v pozdější fázi závodu.

Vytrvalostní plavci Thorpe, Hackett, Vendt-Larsen a další, během plaveckých disciplín od 800 m a delších, byli představiteli nové plavecké koordinace horních končetin. Šlo o čtyřúderový kraul, kdy plavec zaplavoval zhruba 60–70 záběrů horních končetin za minutu. Provedení je specifické tím, že po protnutí hladiny dlaní, vydrží s paží v předpažení (dobíhání), plavec tak provádí delší záběr a v důsledku toho vytáčí torzo trupu o něco více (Hall, 2011). Meglischo (2015) poukazuje na plaveckou koordinaci, která je v podstatě shodná s Hallovou (2011), kterou plavali Hoogenband, Pellegrini, Evans, Adrian a další. Tato technika je o něco rychlejší s 80–110 záběry horních končetin za minutu. Technika je charakterizována rychlejším uchopení vody po propnutí dlaně hladiny. Dochází k rychlejšímu přenosu paží a menšímu přetáčení torza těla než v první specifikované technice. Využívají fázi uchopení záběru a záběr provádějí po esovité křivce. Roste počet plavců, zejména na středních tratích, kteří plavou tratě 200 a 400 m dlouhé, a využívají obě tyto techniky. Plavci by se měli nadechovat na tu samou nádechovou stranu v každém pohybovém cyklu, neboť jde o koordinačně náročný proces a vždy má plavec preferovanou pouze jednu nádechovou stranu. Důležité je, aby plavci měli silné dolní končetiny, které mají v tomto případě funkci vyrovnávací. Jsou-li dolní končetiny dostatečně silné a plavec trénovaný, je možné techniku využít i na otevřené vodě (Hall, 2011).

Charakteristika techniky sprinterů a vytrvalců jsme popsali v kapitole plavecké techniky a plavecké techniky sprinterů a vytrvalců. Maglischo (2015) také popisuje rozdíly mezi oběma plaveckými technikami (obr. 9), kdy ale popisuje techniku plavce, který provádí záběr propnutou paží předtím, než uchopí vodu. Plavkyně na druhém

obrázku provádí záběr paží pokrčenou v lokti a tak provádí plaveckou techniku s vysokým loktem, kdy nastavuje záběrové plochy, předloktí, dlaň a částečně i nadloktí. Maglischo (2015) uvádí, že záběr propnutou paží může způsobit pozdější uchopení vody a způsobí plavci zpomalení před tím, než vůbec stihne zrychlit a opřít se o vodu. Tato technika ovšem umožňuje rychlejší přenos paží a díky silovým schopnostem sprinterů a jejich osvalení i vyvinout celkovou vyšší rychlost. Pro zvládnutí plavecké techniky je klíčovým faktorem velmi dobrá koordinace a synchronizace pohybů. V následující kapitole se budeme zabývat koordinací plaveckého způsobu kraul, dále koordinací a rytmem horních končetin.



Obr. 9 – Provedení plaveckého způsobu kraul – důležité body techniky fáze uchopení. Záběr propnutou paží (vlevo), záběr s polohou vysokého lokte (vpravo)

2.4 Nervová kontrola pohybu horních končetin a jejich koordinace na suchu

Williamson (1998) ve své studii popisuje výzkum, kdy robotická paže provádí kyvadlové a krouživé pohyby, na základě využití dynamických vlastností jednoduchého oscilačního obvodu na bázi neuronové sítě – neuronů, které vedou od páteře po jejich zakončení k ramennímu kloubu. Vstupní a výstupní vlastnosti oscilátorů jsou v lidském těle potřebné k provádění různých úkonů se shodným pohybovým projevem. Výzkum byl realizován na dvou robotických ramenech, kdy byla použita rezonanční frekvence a bylo tak možné provádět koordinovaný pohyb otočením a využívat dynamiku pro koordinaci pohybu dvou. Výstup neurálního obvodu řídí rovnovážný bod kloubů, pro vstup do neurálního obvodu je třeba vynaložení síly. Když se paže pohybuje, oscilátory využívají informace a adaptují jejich lokální chování, které se dále promítá

do koordinovaného pohybu celé horní končetiny. Vlastnosti oscilátorů umožňují pažím provádět pohyb ve velkém rozsahu při různých situacích.

Spojením těchto oscilátorů s dynamikou paže, může robotický systém využít přirozenou dynamiku kombinovaného systému. Vlastnosti neuronů ovlivňuje stupeň volnosti, tuhost v ramenním kloubu a interakce dynamické síly mezi segmenty horní končetiny a dynamickými nároky z interakce s objekty. Myšlenku aktivity ramenního kloubu a paže s přirozenou dynamikou původně představil Bernsteina (1935). Greene (1982) navrhl metody, na základě kterých vytvořil a získal jednoduchou a přirozeně stabilní kontrolu.

Lidé se naučili využívat dynamiku končetin pro rytmické úkony v průběhu vývoje a provádět např. házení vrchem obouruč, chytání obouruč či využívat paže při odrazech (Bingham; Schneider, 1989; Thelen a kol., 1992). Model pro neuron a motorická ramena byl převzat od Matsuoky (1985) a popisuje rychlost aktivace biologického neuronu s vlastní inhibicí. Lidské paže si lze představit jako systém spojených parametrů, jejichž frekvenční odezva činí energii a kontrolu potřebnou pro pohyb paží s měnící se frekvencí. Při rezonanční frekvenci stačí vynaložit jen malé množství energie k udržení pohybu ramene, svalů a šlach. Frekvenční odezva systému je určena rychlostí a frekvencí, díky níž se paže pohybují. Zdá se, že lidé využívají vlastní frekvence při pohybu pažemi. Během kyvadlového pohybu je frekvence obou paží vyvážená a paže se pohybují v „komfortní“ přirozené frekvenci, což je podmínkou pro minimální metabolické náklady organismu (Herr, 1993; (Hatsopoulos a Warren, 1996).

Metodou Williamson (1998) poukazuje na to, že je možné omezit vynaloženou energii na rytmický pohyb paží stejně, jako je možné využít a provádět koordinovaný pohyb, bez jakéhokoliv kinematického modelování. Koordinace paží je dosaženo prostřednictvím spojení oscilátorů ramene a pohyblivosti ramenního kloubu. Oscilátory jsou užitečnější pro pohyby, které jsou iniciovány silou paže nebo jiných činitelů. Během krouživého pohybu, jsou to právě oscilátory ramenního kloubu a svalů kolem ramene, které pohyb iniciují a díky nimž k pohybu dochází. Bez další setrvačnosti se paže stále ještě pohybují koordinovaně, a to v případě, kdy se jedná jak o pohyb kyvadlový, tak o pohyb krouživý. Kromě toho bylo během výzkumu zjištěno, že než se oscilátory začnou podílet na koordinovaném pohybu, podílejí se na něm vnitřní síly způsobené nesynchronizovanými oscilátory, které koordinaci pohybu narušují. Úkaz platil v momentě, kdy se paže nacházely v „mrtvém bodu“, kdy při pohybu de facto

zastaví a opět se vrací zpět. Limit točivého momentu pohybu prováděného z ramene snižuje účinek vnitřních sil, které napomáhají krouživému a otáčivému pohybu (Williamson, 1998).

Existují také další úlohy oscilátorů, kdy jsou zapojeny a působí i další síly. Jedná se o vnitřní dynamiku v pletenci ramenním a působení vnějších sil odstředivých a setrvačných. To zaznamenávají vědci při zkoumání síly a rytmického pohybu například při driblingu. Oscilátory, které jsou zpočátku nesynchronizované, se v průběhu pohybu a stále frekvenci koordinují prostřednictvím kontrolovaného pohybu. Toto chování je zajímavé tím, že otevírá možnost vykonávat více rytmických úkolů po sobě, například driblink míče, házení a chytání, a to díky jednoduché architektuře oscilátorů pletence ramenního, který tvoří vhodný pohybový základ. Je zřejmé, že jsou vlastnosti prostředí, v tomto případě brzdící síly (odpor), použity k jednoduchému ovládnutí a chování paže (Williamson, 1998).

Rytmická aktivita ramenního kloubu byla zkoumána i metodou elektromyografie (EMG). Tehdy byla měřena aktivita a reflexní modulace u pletence ramenního při rytmických pohybech paží. Během měření bylo zjištěno, že na rytmických pohybech se podílí CPG, a to na ovládnutí každé paže zvlášť. Jde tedy o shodné závěry, jako ke kterým došli autoři (Stein a Smith, 1997; Pearson a Ramirez, 1997; Duysens, 1998 a Pearson, 2000).

Relativně slabá je ale vazba rytmických pohybů paží, v porovnání s rytmickou prací dolních končetin. Slabší vazba mezi pohyby horních končetin se odráží především pozorováním, kdy při kontralaterálním pohybu autoři zjistili malý účinek reflexní modulace, což je v rozporu pro svaly dolních končetin (Hultborn a kol., 1998; MacKay-Lyons, 2002). Je možné, že těsné spojení rytmické práce dolních končetin člověka je iniciováno a má těsnější vazby proto, že člověk obvykle vykonává dolními končetinami dvoustranný synchronizovaný pohyb, a to při nejběžnějších a základních lokomocích (chůzi, běhu, plavání). U horních končetin může být vazba slabší proto, že častěji vykonávají pohyby nezávisle na sobě, pohyby nerytmické a nesynchronizované.

Obecná organizace nervové kontroly rytmického pohyblivého ramene je zpracována ve studii Patla a kol. (1985), který reprezentoval CPG mechanismy u jdoucího člověka. Model ukazuje na oddělená CPG v pletenci ramenním. Je možné, že některých CPG spojení mezi levou a pravou paží je dosaženo prostřednictvím kortikospinálních projektů vyplývajících z doplňkového prostoru motoneuronu, jak bylo zjištěno i u jiných pohybů, kdy pracovaly obě paže současně (Sadato a kol., 1997;

Stephan a kol., 1999). Šlo zejména o ty pohyby, kde bylo využito cyklického rytmického časování (Ullen a kol., 2003).

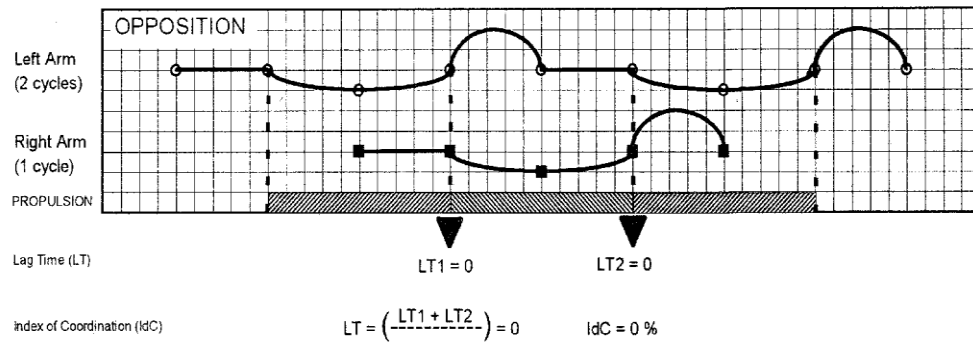
Rytmický pohyb je dle vědců řízen mozečkem a velice důležitá je zde role mesencephalického pohybového regionu pro regulaci rytmického pohybu dolních končetin (Whelan, 1996). Tak je tomu i během rytmického pohybu paží. Významnou roli zde hraje i koordinační funkce mozečku (Pardoe a kol., 2004). V modelu CPG mohou výstupy řídit rytmický pohyb paží, a to jak přímo, tedy prostřednictvím působení motoneuronových kanálů, tak i nepřímo, prostřednictvím interneuronových reflexních sítí. Supraspinální vstupy mohou působit přímo na CPG, interneuronové reflexní sítě i motoneurony. Zpětná vazba vyplývající z rytmického pohybu pletenců ramenních a paží je vždy vzestupná u levé horní končetiny. Výsledky a důkazy z četných experimentů byly shrnuty na podporu tvrzení, že CPG aktivita přispívá k aktivitě rytmického pohybu paží. V současné době není dostupný přesný způsob měření či odhad rozsahu tohoto přispívání CPG. Je ale pravděpodobné, že existuje velký podíl v supraspinálním ovládní, včetně možných vstupů z primární motorické kůry, během rytmického pohybu horních končetin, stejně jako u pohybu končetin dolních při chůzi (Schubert a kol., 1997; Capaday a kol., 2001).

2.4.1 Efektivita koordinace pohybu plaveckého způsobu kraul

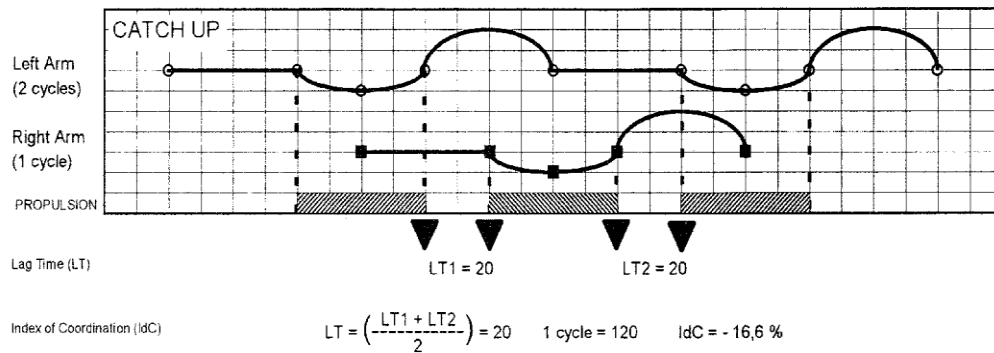
Studii, která zkoumá plaveckou koordinaci v průběhu plavání volného způsobu je práce Cholleta, Chalie a Chatarda (1999), jejímž cílem bylo popsat nový nástroj, kterým by bylo možné měřit koordinaci záběru paží a přesně vyčíslit časovou prodlevu mezi začátkem a koncem práce jedné paže a druhé – Index koordinace. Dále chtěli popsat, jak se mění závislost koordinace na rychlosti plavání a úrovni výkonu plavce, dále plavecké souhry horních a dolních končetin.

Během výzkumu pořídili videozáznamy zkoumaných plavců (43 probandů) a pohyb paží rozdělili do čtyř odlišných fází. První částí byla fáze přípravná a přechodná, šlo o okamžik protnutí paže hladiny a příprava na záběr. Druhou částí byla fáze záběrová, jak přitažení, tak odtlačení. Třetí částí byla fáze vytežení, kdy se plavec přetáčí, z vody vynořuje rameno a loket. Čtvrtou částí byla fáze vytažení a přenosu, ale ten okamžik, kdy plavec z vody vynoří i ruku a přenáší ji vzduchem vpřed. Z takto rozděleného pohybu paží do fází vypočítali průměrnou dobu trvání každé fáze pomocí

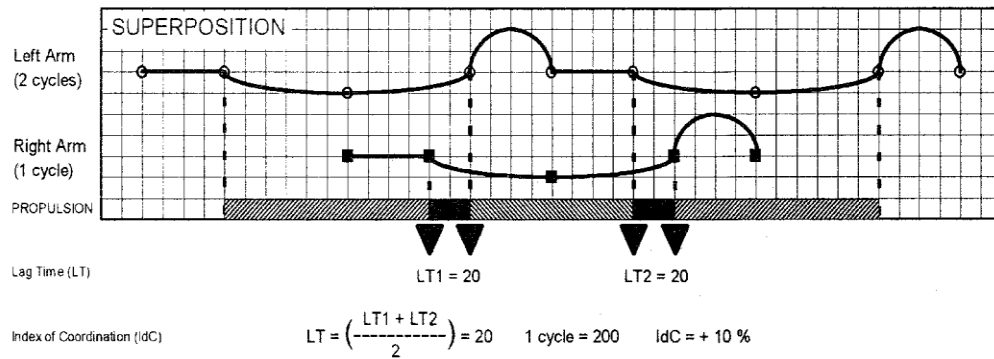
časomíry a videozáznamu, ze dvou pohybových cyklů. Průměrná doba celkového pohybu paže byla definována jako součet časů všech čtyř fází. Pro každou fázi vypočítali procento času celkového záběru jedné paže. Kromě měření časů jednotlivých fází, změřili také čas fáze přenosu levé paže v okamžiku, kdy pravá paže prováděla záběr. Tuto fázi nazývají jako fázi „zotavení“. Čas zotavení (LT) odpovídal době, po kterou byl vykonán záběr pravou paží a stejně tak i v opačném případě, když záběr prováděla paže levá. Oba LT vyjádřili autoři procentuálně jako procento průměrného trvání jednoho pohybového cyklu. Koodrinační Index (IDC) odpovídal průměru dvou indexů (obr. 9) (Chollet, Chaliés, Chatard, 1999).



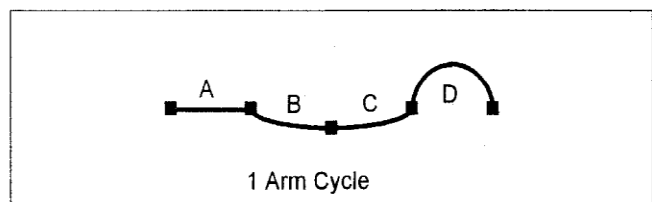
OPPOSITION : one arm begins the pull phase when the other is finishing the push phase



CATCH UP : a lag time takes place between propulsive phases of the two arms



SUPERPOSITION : an overlap is situated in the propulsive phases



- A : Non Propulsive Underwater Phase : ENTRY and CATCH
- B : Propulsive Underwater Phase : PULL
- C : Propulsive Underwater Phase : PUSH
- D : Non Propulsive Aerial Phase : RECOVERY

Obr. 10 – Zastoupení tří modelů záběrů horních končetin, koordinace pravé a levé paže (Chollet, Chaliés, Chatard, 1999)

Koordinace záběrů během dané rychlosti, která je definovaná na modelu, (obr. 10) může být změněna na „superpozici“ se změnou rychlosti. Posun od jednoho typu koordinace k dalšímu je progresivní změnou, která je doprovázena změnou rychlosti. IDC je tedy nejen indexem, který charakterizuje koordinační vzor, ale také měří koordinaci v průběhu času. Dolní končetiny vykonávají šestiúderový kop na jeden pohybový cyklus paží. Studie využila nový index pro měření koordinace pohybů paží během volného způsobu. Hlavním výsledkem studie je poznatek, že je IDC vyšší v momentě, kdy plavec zvýší svou rychlost, úroveň výkonu a rychlost záběru. Zvýšil se také v okamžiku, kdy plavec délku záběru zkrátil. Tyto modifikace, specifikované jako zvýšení během hnací a propulsní fáze záběru, jsou ovšem na úkor nepropulzní fáze. Zvýšení IDC bylo spojeno se změnou synchronizace paží a dolních končetin z dvouúderového kopu na šestiúderový. Plavci modifikovali koordinaci paží s nárůstem rychlosti jako funkci úrovně výkonnosti. Měnili koordinaci paží během střední a sprinterské tratě. Pomocí nového indexu koordinace bylo prokázáno, že tyto změny se projeví v organizaci záběrových fází. Aktivita v záběrové fázi se zvýšila na úkor fáze přenosu. Index koordinace umožňuje přesnou kvantifikaci způsobu koordinace paží a poskytuje informace o technické dovednosti plavce (Chollet., Chalias., Chatard, 1999).

2.4.2 Svalová aktivita v koordinaci horních končetin a trupu u způsobu kraul

Svalová aktivita plaveckého způsobu kraul je ovlivněna polohou plavce na bříše. Dále také působením vodního prostředí a vytvářením hnacích sil horních i dolních končetin. Rozdíly ve svalové činnosti jsou znatelné mezi svaly, které zajišťují stabilní polohu plavce, vytvářejí hnací sílu a svaly, které umožňují přenos paže nad hladinou (Bělková-Preislerová, 1994).

McLeod (2010) ve své publikaci uvádí, že ve chvíli, kdy paže protne hladinu v pořadí ruka, zápěstí a loket následuje natažení paže vpřed. Rotace ramene a lopatky napomáhá plavci k prodloužené poloze paže, to umožňuje plavci efektivní nastavení záběrových ploch na tekoucí vodu. Počáteční pohyby záběrové fáze jsou generovány klavikulární částí velkého prsního svalu *M. Pectoralis major* a následně začíná pracovat široký zádový sval *M. Latissimus dorsi*. Tyto dva svaly zajišťují hlavní sílu při přitažení vody v první části záběrové fáze. Flexory zápěstí umožňují plavci v přípravné fázi nastavit zápěstí a umožňují chycení vody, následně pracují flexory loktu – *M. Triceps*

brachii a *M. Biceps brachialis*. Díky těm dochází ke krčení v lokti do úhlu cca 30°. Ve fázi odtlačení umožňuje *M. Triceps brachii* natažení v lokti, čímž se paže dostává do připázení v blízkosti kyčelního kloubu a pokračuje vzhůru k vodní hladině. Ve fázi přenosu jsou zapojovány deltové svaly a rotátory lopatky (*M. Supraspinatus*, *M. Infraspinatus*, *M. Teres minor* a *M. Subscapularis*). Tyto svaly umožňují přenést paži nad vodní hladinou a zasunout ji zpět do vody. Několik svalových skupin zajišťuje stabilizaci polohy plavce a stabilizaci i ukotvení ramene (*M. Pectoralis minor*, *M. Rhomboideus*, *M. Levator scapulae*, *M. Trapezius* a *M. Serratus anterior*). Tyto svaly zajišťují hnací sílu paže a jsou závislé na pevné opoře pletence ramenního. Stabilizátory lopatky konají práci s rotátory, deltové a trapézové svaly jsou aktivní při přenosu paže (McLeod, 2010). Bělková-Preislerová (1994) uvádí, že jsou při přenosu paže aktivovány svaly, které způsobují vnitřní rotaci předloktí a vykonávají krouživý pohyb pletence ramenního. Pracuje velký prsní sval, trapézový sval, deltový sval, široký sval zádový, hákový sval, podlopatkový sval a velký oblý sval. Elektromyografické výzkumy ukázaly, že v počínající fázi přenosu se svaly smrští (*M. Deltoideus*, *M. Trapezius*) a tím dají pokyn k přenesení paže nad vodou, následuje jejich uvolnění. Napětí svalů stačí k tomu, aby paže neklesla pod hladinu. Další silná kontrakce svalů není žádoucí, protože by se svaly dříve unavily (Ikai, Ishii, Miyashita, 1964). Další výzkum ukázal, že nezávodní plavci zapojují svaly méně intenzivně a po kratší dobu než plavci, kteří nejsou specialisty na vrcholové úrovni. Vrcholoví plavci intenzivně zapojují ty svaly, které přitahují paži k tělu, tedy široký sval zádový, velký sval oblý a trojhlavý sval pažní. Tím, že plavec aktivuje právě tyto svaly, dosahuje účinnějšího záběru (Požgayová, 2008).

Havlíčková a kol. (1993) prokázala, že u plavců dochází k vyrovnávání růstových a vývojových disproporcí a během pubescence dochází ke zřetelnému nárůstu svalové síly, kdy se jedná především o svaly paží a pletence ramenního. V několika dalších výzkumech se ukázalo, že podstatnou roli hrají také svaly trupu. Největším průměrem svalových vláken u plavců disponuje *M. Deltoideus*. Svalovou hypertrofií určila na základě morfologické analýzy, kterou prováděla ze svalových biopsií.

Zapojení svalů na suchu a ve vodě je rozdílné díky specifčnosti obou prostředí. Na suchu je zapojení podmíněné vzpřímeným postojem člověka, působí na něj síly zemského povrchu a musí je překonávat. Ve vodním prostředí dochází dle pravidel Archimedova zákona k nadlehčování. Lidský pohybový aparát není ve vodě zatěžován stejně, jako na suchu. V poloze stoje spatného člověk zapojuje posturální svaly, které

zajišťují vzpřímený postoj. Jedná se o svaly tonické a fázické (Lánik, 1990). Svaly tonické jsou zapojené při každodenních činnostech, jako je stoj a chůze. Jedná se o svalové skupiny, které mají tendenci ke zkrácení. Jsou jimi tyto svaly:

- Kývač hlavy (*M. Sternocleidomastoideus*)
- Horní fixátor lopatky: zdvihač lopatky (*M. Levator scapulae*) a horní část trapézového svalu (*M. Trapezius descendus*)
- Spodní a horní vlákna prsního svalu (*M. Pectoralis maior*)
- Extenzory bederní páteře vč. čtyřhlavého svalu bederního (*M. Quadratus lumborum*)
- Flexory kyčelního kloubu
- Adduktory kyčelního kloubu (*Mm. Adductores*)
- Flexory kolenního kloubu
- Trojhlavý sval lýtkový (*M. Triceps surae*)

Fázické svaly (Lánik, 1990) se podílejí na posturální funkci a mají tendenci k ochabování či oslabování. Jedná se o hypoaktivní svaly a na denních stereotypch se podílejí méně. Jsou ale nezbytné pro držení těla:

- Prevertebrální svaly
 - rotátory páteře
 - extenzory páteře v oblasti hrudníku
- Dolní fixátory lopatky
 - střední a spodní vlákna trapézového svalu (*M. Trapezius*)
 - rombické svaly (*M. Rhomboidei*)
 - široký sval zádový (*M. Latissimus dorsi*)
 - přední sval pilovitý (*M. Serratus anterior*)
- Střední a zadní část deltového svalu (*M. Deltoideus*)
- Vnější rotátory ramenního kloubu, podhřebenový sval (*M. Infraspinatus*)
- Hýžděové svaly (*M. Gluteus maximus*)
- Břišní svaly (*Mm. Abdominis*)

2.5 Silové schopnosti obsažené v plaveckém výkonu

Dalším faktorem, který ovlivňuje plavecký výkon kromě techniky, je kondice. My se zaměříme na složku silových a vytrvalostních schopností, které jsou pro plavecký výkon klíčové. U silových schopností chápeme sílu jako schopnost překonat, udržet nebo brzdit určitý odpor. Z pohledu fyziologie jde o schopnost dráždivosti a staživosti svalů. Kontrakce svalu je mechanickou odpovědí na svalový vzruch a doprovázejí ji chemické i fyzikální jevy. Jedním je svalový tonus, který při nervovém vzrušení z CNS stoupá. Činnost svalů ovšem není podmíněná aktivní prací všech svalových vláken, pod vlivem tréninku ale jejich počet roste. Silový projev tedy závisí na celkovém množství silových vláken, na počtu aktivovaných vláken a koordinaci svalových skupin (Dovalil a kol., 2012).

Hohmann a kol. (2010) zase přináší pohled na sílu ze sportovně-metodického hlediska, kdy dělí projevy síly podle daných sportovních odvětví. Hovoří například o sprinterské síle, vrhačské síle, odrazové síle aj. Silové schopnosti jsou určovány v důsledku svalové síly, která vyplývá ze svalové kontrakce těch svalů, které se podílejí na pohybové aktivitě. Pro svalovou aktivitu využívá termín svalová akce na místo termínu svalová kontrakce, to proto, že sval se na základě odporu prodlužuje, zkracuje nebo zachovává svou délku.

Z fyziologického hlediska je pohybová aktivita zabezpečena rozvojem a způsobem fungování kosterního svalstva. Kosterní sval tvoří jedna nebo více hlav svalu, které přecházejí ve šlachy. Skládají se z paralelně uspořádaných svazků svalových vláken, které jsou obklopeny vazivovými pouzdry. Svalová vlákna dále obsazuje buněčná jádra a myofibrily, které jsou kontraktilními prvky ve svalu. Počet inervovaných vláken se pohybuje od 5–10 a více než 1000 a počet je tím menší, čím menší je sval a čím jemněji je pohyb regulován (Hohmann a kol., 2010). Motorické jednotky závisí na zabezpečení daného motoneuronu a vedou ke třem typům motorických jednotek. Jsou jimi rychlé motorické jednotky s vysokou unavitelností, rychlé motorické jednotky s nízkou unavitelností a pomalé motorické jednotky, které jsou de facto neunavitelné. K těmto třem typům motorických jednotek řadíme čtyři typy svalových vláken. Typ I jsou pomalá svalová vlákna s vysokou odolností vůči únavě, obsahují malé množství glykonegu a vysoký obsah mitochondrií, mohou metabolizovat laktát (ST (slow-twitch) vlákna). Typ II A jsou rychlá vlákna s vysokou odolností vůči únavě, obsahují střední glykolytický enzymů a vysoký podíl oxidačních enzymů (FTO

(fast twitch oxidative) vlákna). Typ II B jsou rychlá vlákna, lehce unavitelná s vysokým obsahem glykogenu a malým množstvím mitochondrií (FTG (fast twitch glycolytic) vlákna). Typ II C, kterými jsou vlákna intermediární a řadí se mezi typ I a II (Hohmann a kol., 2010).

Pomalá svalová vlákna (typ I) mají lepší vybavení pro tukový metabolismus v porovnání s rychlými vlákny. Tukové zásoby a více mitochondrií umožňují rychlejší transport dalších tuků z tukové tkáně. Vytrvalostní plavci mají větší procento pomalých svalových vláken a spalují více tuků. U vytrvalců se svalový glykogen spotřebovává pomaleji, proto vytrvalci lépe než sprinteři snášejí období zvýšeného tréninkového zatížení (Neuls a kol., 2013).

Během tréninku silových schopností jde o maximální zvětšení průřezu svalu o optimalizaci odrazové síly nebo o zvýšení silové vytrvalosti. Pro plavce je důležitý rozvoj síly vytrvalostní, kde jde o schopnost překonávat nemaximální odpor, v případě plavání hovoříme o vodním prostředí, opakováním cyklického pohybu. Vytrvalostní schopnosti chápeme jako ty pohybové projevy, které sportovec vykonává po určitou dobu, určitou intenzitou bez přerušení. Výkon je zde limitovaný únavou plavce. Vytrvalost je tedy činnost, která je prováděna určitou intenzitou co nejdéle nebo po daný časový úsek, co nejvyšší intenzitou (Jansa, Dovalil a kol., 2009). Hohmann a kol. (2010) obecně vytrvalost definuje jako odolnost vůči únavě, která umožňuje po co nejdelší dobu udržet danou intenzitu, udržovat co nejmenší ztráty intenzity a stabilizovat sportovní techniku a taktické postupování po delší dobu a také umožňuje rychlé zotavení po zátěži.

Pochov (1991) ve své studii dělí vytrvalost faktorově-analyticky na tři způsoby projevu. Jde o vysoce intenzivní staticko-dynamickou vytrvalost, středně intenzivní statickou a středně intenzivní dynamickou silovou vytrvalost (Pochov in Hohmann a kol., 2010). Vysoce intenzivní staticko-dynamickou silovou vytrvalost využívají sportovci v silově orientovaných disciplínách jako je zápas nebo kanoistický sprint, kdy je kladen důraz na velikost impulzu síly, který musí být buď maximální, nebo co nejvyšší frekvencí. Středně intenzivní statická silová vytrvalost je důležitá při silově orientovaných disciplínách s přerušovanou a středně intenzivní statickou námahou např. při gymnastice. Středně intenzivní dynamická silová vytrvalost je rozhodující a určuje výkon v silově orientovaných střednědobých disciplínách, jako je veslování nebo právě plavání. Zde jde o takové vytváření impulzů, při kterých je minimalizován úbytek síly po celou dobu závodu. Nízkointenzivní dynamická silová vytrvalost

je podstatná v dlouhodobých vytrvalostních sportech, jako je běh na lyžích, běh nebo dálkové plavání. Jde o to, aby se dopředný pohyb v jednoduchém cyklu stabilizoval vůči únavě (Hohmann a kol., 2010).

Zatsiorsky (1996) dále rozlišuje absolutní silovou vytrvalost, která je maximální sumou impulzů z jednotlivých použití síly a relativní silovou vytrvalost, kterou charakterizuje na základě úbytku síly dobu opakovaných úsilí.

2.5.1 Specificita a míra specifčnosti cvičení

Abychom mohli cvičení v obou dimenzích, ve vodě i na suchu, rozlišovat, je nutné uvědomit si míru specifčnosti jednotlivých cvičení. Specificita nám udává míru, nakolik je cvičení schodné s finální sportovní činností v závodním provedení. Mluvíme-li o specifčnosti, jde o přenos účinku cvičení, které provádíme v tréninku na soutěžní provedení pohybu. V minulosti se sportovní příprava skládala pouze ze soutěžních cvičení. Brzy se ale ukázalo, že pouze taková cvičení nestačí. Na místo mnohonásobného opakování pouze jednoho cvičení byla do tréninkového procesu zařena další cvičení, tzv. cvičení pomocná, aby jimi byla rozvíjeny vlastnosti specifické pro daný sport. Otázkou potom bylo, zda trenéři a odborníci dokážou najít nejúčinnější cviky, aby dosáhli co nejlepších účinků a sportovci poté dokázali zužitkovat cvičení v samotné soutěži (Zatsiorsky a Kraemer, 2006).

Dovalil a kol. (2012) rozlišuje cvičení specifická a nespecifická, přičemž specifčnost má určitý vztah k posloupnosti zapojování svalových skupin, k rychlosti pohybu, vynaloženému úsilí a době trvání svalového tonu. Dále rozlišuje cvičení závodní, speciální a všeobecně rozvíjející. Cvičení všeobecně rozvíjející se zaměřují jak na celkový rozvoj svalstva, kardiovaskulárního systému, tak na rozvoj koordinace, pohyblivosti a regenerace. Význam všeobecných cvičení na specializovaný výkon je nepřímý, mají roli zdravotní, kompenzační, působí na celkový rozvoj organismu. Speciální cvičení se velmi shodují se strukturou sportovní specializace, protože představují dílčí části finálního provedení nebo se mu podobají a cíleně ovlivňují jednotlivé faktory sportovního výkonu. Slouží k přímému zdokonalení techniky, kondice či taktiky. Můžeme sem zařadit právě cvičení *střídavé kroužení horních končetin* na suchu. Závodní cvičení jsou shodná s provedením v soutěži, kdy jde

o pohybový projev jako celek. Cvičení slouží ke sjednocení všech faktorů výkonu nebo k ověření závodních podmínek.

Nespecifická cvičení, cvičení všeobecně rozvíjející a cvičení speciální jsou ta, která mají za úkol celkový rozvoj sportovce. Podílejí se na rozvoji všech faktorů, které sportovní výkon ovlivňují. Zaměřují se na zvládnutí techniky, na rozvoji kondice a kompenzaci i regeneraci sportovce. Specifická cvičení i cvičení závodní, mají podobu závodního provedení. Jsou aplikována až poté, co jsou zvládnuty všechny technické prvky. Kompletně se shodují se závodním provedením, co do techniky, obsahu i struktury závodního výkonu. Zaměřují se na zvládnutí závodních podmínek, ovlivňují konkrétní svalové skupiny, zaměřují se na konkrétní bioenergetické krytí, rozvoj aerobní či anaerobní vytrvalosti a zaměřují se na všechny aspekty a faktory, které sportovce v závodě čekají (Dovalil a kol., 2012).

2.5.2 Rozvoj nespecifické síly v plavání

Rozvoj síly je pro plavce a jejich výkon důležitý. Podle specifičnosti můžeme sílu rozdělit na specifickou plaveckou sílu a sílu, která je zaměřena komplexně na pohybový aparát, tedy nespecifickou plaveckou sílu. Během rozvoje nespecifické plavecké síly je nutné zaměřit se na rozvoj globální silové vytrvalosti, kdy jsou zapojeny zhruba dvě třetiny svalů. Žádoucí je také nervová adaptace v důsledku tréninku i adaptace u těch svalů, které jsou při pohybové aktivitě zapojovány. Dochází k ovlivňování mnoha faktorů, jako jsou lokální energetické rezervy, enzymatické reakce a zlepšení vnitrosvalové koordinace (Dovalil a kol., 2012). Jde o sílu, která je rozvíjena především na suchu formou nespecifických cvičení, formou her, kompenzačních cvičení a strečinku.

McLeod (2010) se ve své publikaci zmiňuje o svalových skupinách, které jsou v průběhu plavání neaktivnější a uvádí příklady cvičení. Nejvyužívanější tréninkovou formou obecné, nespecifické síly je kruhový trénink, který využívá submaximálních odporů a rychlostí. Slouží ke stimulaci silověvytrvalostních schopností, charakteristický je zapojováním vybraných svalových skupin ve cvičeních na stanovištích, která jsou uspořádána do kruhu a zařazena cvičení s různou mírou specifičnosti pro danou sportovní specializaci. Je vhodné zařazovat cvičení, která stimulují svaly tonické i cviky zaměřené na stimulaci svalů fázických. Všechny cviky zařazené do kruhového tréninku

by měly být dokonale zvládnuty a zařazovány v pořadí agonista, tedy sval, který vykonává cvik v určitém směru a antagonistu, který vykonává pohyb na stranu opačnou. V praxi po cviku na břišní svaly následuje cvik na svaly zádové. Díky vyššímu počtu opakování cviků na rozvoj nespecifické síly dochází k navýšení energetických zásob ve svalech a následné hypertrofie. Kruhovým tréninkem je pozitivně ovlivněn kardiovaskulární systém (Lehnert, Botek, Sigmund, Smékal a kol., 2014). Další formou je trénink síly trupu, kdy dochází k ovlivnění zejména posturálních svalů, které se podílejí na držení těla.

Cvičení jsou důležitá pro udržení plavecké polohy ve vodě, kdy při dostatečně silném trupu a dostatečně silných dolních končetinách, je možné udržet požadovanou polohu a provádět záběry paží snadněji. Hlavním cílem je využít nespecifickou sílu v dalším tréninku ve vodě. Studie dokázaly, že rozvoj nespecifické síly na suchu pozitivně ovlivní následnou plaveckou kondici a stimulaci specifické plavecké síly. Samotné nespecifické vytrvalostní zatížení ale není dostatečné. Zvyšováním výkonnosti plavce, úroveň použitých cvičení pro rozvoj síly klesá. Proto musí být využitý i rozvoj specifických silových schopností plavců (Strass, 1986; Girolid, Sadowski, 2012).

2.5.3 Rozvoj specifické síly v plavání

Jedná se o stimulaci silových schopností a síly, která je přímo využita v plavání. K rozvoji specifické plavecké síly dochází ve vodě. Maglischo (2015) uvádí pět důležitých principů v tréninku specifické síly a přechodu z tréninku na suchu k tréninku ve vodě, jež je třeba tolerovat. Jedná se o adaptaci, přetrénování, specifickou, individualitu a reverzibilitu. Účelem tréninku je zvýšení metabolických, fyziologických i psychologických rezerv plavce. Také ve vodě je tedy možné využívat silového tréninku. Při přípravě takového tréninku musí být brána v úvahu čtyři specifika, kterými jsou pohybová schopnost, kterou plavec tréninkem ovlivňuje, typ záběru, který plavec v závodě využívá, soutěžní rychlost a ovlivnění látkových výměn v organismu.

Dle Maglischa (2015) je žádoucí, aby plavci rozvíjeli jak silovou vytrvalost, tak dynamickou sílu a rychlost, protože tréninky jsou založené na konceptu rozdílných bioenergetických krytí, která jsou pro plavce důležitá. Trénink vytrvalostní síly pozitivně ovlivní aerobní výkon a trénink sprintu ovlivní anaerobní kapacitu. Tímto

přístupem plavci ovlivní všechny složky metabolického systému ve svalovém vláknu a budou se optimálně zlepšovat. Nemělo by tak docházet k přetrénování organismu. Během rozvoje specifické síly dochází u některých plavců ke zpomalení. Maglischo (2015) se domnívá, že je tomu tak proto, že trénink je náročný a je v něm jen málo času na zotavení a tím dochází k poškození některých svalových vláken a k vyčerpání neurotransmiterů podílejících se na svalové kontrakci. V obou případech dochází k ovlivnění aerobní či anaerobní adaptace. Optimální jsou dva druhy tréninků, u kterých k přetrénování nedochází. Maglischo (2015) vytvořil koncept tréninkového období trvajícího 24 týdnů. Prvních 8–12 týdnů by se měli plavci zaměřit na všechny plavecké způsoby a typy záběrů horních končetin. V průběhu 6.–10. týdne se plavci zaměří na svou specializaci a plavou 60%–70% aktivitou jejich maxima. Taková cvičení jsou optimální a pozitivně ovlivňují všechny komponenty lidského organismu. Zajišťují optimální adaptační změny, nedochází při nich k přetížení organismu.

Rozvoj specifické síly je postaven na tréninku takového zatížení, kdy dochází k ovlivnění energetických systémů a zvyšuje se trénovanost jedince. Je třeba plavat dostatečnou intenzitou po dostatečně dlouhou dobu, aby došlo k ovlivnění aerobní kapacity aktivních svalových vláken. Nesmíme zapomenout na techniku plaveckého způsobu a provedení záběru, které jsou pro plaveckou propulzi také důležité. Nemělo by docházet ke zkracování záběru kvůli vysoké rychlosti a výbušné síle paží (Maglischo, 2015). Maglischo (2015) dále tvrdí, že cvičení na plaveckém trenažeru VASA, který pohyb ve vodě částečně simuluje, je cvičením specifickým. S tímto tvrzením nesouhlasíme, a domníváme se, že jde spíše o cvičení semispecifické. V průběhu cvičení na trenažeru nedochází k naprosto stejnému pohybu, jako během plavání volným způsobem a dochází k rozdílnému energetickému krytí.

2.6 Morfologické složení těla sportovců

Somatotyp je v odborné literatuře různě definován. Pomocí termínu somatotyp označujeme kvantitativní popis stavby a kompozice lidského těla. Každý člověk je jedinečný, má tedy určitou typologii. Sheldon (1954) stanovil tři základní komponenty somatotypu, které jsou známé jako endomorfie, mezomorfie a ektomorfie. Jednotlivé komponenty se u každého jedince vzájemně kombinují. Jejich rozložení lze určit tzv. somatografem (Vítek, 2008).

Sheldon klasifikoval pět částí těla – hlavu; hrudní oblast trupu; horní končetiny; břišní oblast trupu a dolní končetiny. U každé části hodnotil a zkoumal zastoupení jedné ze tří komponent. Komponenta ektomorfní vyjadřuje stupeň podélného rozložení tělesné hmoty, komponenta mezomorfní svalově kosterní rozvoj a tukoprostou hmotu těla a endomorfní tloušťku jedince a množství depotního tuku. Na základě metody, kterou vypracoval, hodnotil již postavu jako celek. Díky dané klasifikaci vytvořil výsledný somatotyp, který označil třemi čísly. První číslo označuje endomorfní komponentu, druhé mezomorfní a třetí ektomorfní. Stupnice čísel je sedmibodová, kdy číslo jedna značí nejnižší a číslo sedm nejvyšší možné zastoupení dané komponenty v somatotypu. Trojčísle se poté zanáší do grafu, kdy uvnitř grafu leží mezitypy, uprostřed vyvážené typy a v rozích extrémní typy (Pavlík, 1999).

Na Sheldonův somatotyp navázal Eysenck (1959). Vytvořil Rees-Eysenckův index stavby těla. Zaměřil se pouze na dvě proměnné, a to obvod hrudníku a tělesnou hmotnost. Oba přístupy měření tělesného složení byly přezkoumány a Parnell a kol. (1966) prohlásili, že Sheldonův systém byl zbytečně složitý, statisticky nedostatečný a teoreticky neopodstatněný. Bylo prokázáno, že Rees-Eysenckův Index by mohl být odpovídající, i přes svou jednoduchost. Dalo se s ním počítat ale pouze u mužů, u žen docházelo k výrazným odchylkám (Reddy a Verghese, 1987).

Na Sheldonovu myšlenku a metodu zkoumání somatotypu navázali Heathová a Carter, kteří jeho verzi modifikovali a metodu „Heath-Carter“ publikovali. Jejich metoda je používána dodnes, protože je otevřena i extrémním somatotypům, protože není limitována sedmi stupni. Dokáže také určit somatotyp mužů a žen, dospělých a dětí. Graficky se somatotypy znázorňují do upraveného Sheldonova somatografu (Heath a Carter, 2002).

Somatotyp je do značné míry zděděn po rodičích, částečně je možné jej ovlivnit již v dětství zvolenou sportovní specializací a výživou. Značnou změnu při tváření somatotypu zaznamenáváme v předpubertálním období, kdy se tělo jedinců mění po fyzikální stránce. Další značné viditelné změny nastávají v postpubertálním období, kdy dochází k biologickému zrání. U jedinců, kteří aktivně sportují a již od dětství se věnují určité sportovní specializaci, v našem případě plavání, je při přechodu z dětství do dospělosti znatelná částečná přestavba a vývin těla. Jedinec je odlišný od stejně staré nesportující populace, a to v rozvoji svalové hmoty a celkovém osvalení, vývinu horních a dolních končetin. Během kontinuálního zatěžování lidského těla sportovní aktivitou dochází k proměně tělesné stavby jedince. Dochází k adaptaci na zátěž

a sportovní aktivitu, tělesná stavba a rozměry jedince se mění a ovlivňují jeho výkonnost. Dlouhodobé působení sportovní aktivity se podílí na rozvoji a změnách somatických znaků (Pavlík, 1999).

2.6.1 Antropomotorické předpoklady k plaveckému výkonu

Pro každý sport a sportovce, kteří ten který sport provádí na výkonnostní či vrcholové úrovni, jsou typické určité tělesné faktory, které hrají významnou roli pro samotný sportovní výkon. Závodní plavci se vyznačují výraznými tělesnými proporcemi a antropometrickými parametry, kdy vyniká vyšší postava, široká ramena a dlouhé paže s méně výrazným svalovým reliéfem. Ti plavci, kteří disponují vyšší postavou a delšími segmenty těla jsou zvýhodněni při startu, provádění obrátek i závěrečném dohmatu. S vyšší postavou plavce souvisí délka paží, která je zásadní pro techniku záběru a plaveckého kroku (Havličková a kol., 1993).

K formování tělesných rysů dochází plaveckým tréninkem již od útlého věku. Výkony mladých plavců jsou omezené kvůli vztahu mezi fyzikálními vlastnostmi prostředí a vlastní fyzickou připraveností. Plavecký výkon je závislý na aerobní i anaerobní připravenosti a získání těchto dovedností výkon ovlivňují. Stejně tak jej ovlivňují vývoj a růst, což naznačuje, že faktory ovlivňující plavecký výkon se liší u mladých a dospělých plavců (Bar-Or, Unnithan, Illescas, Malina, 1994). Sprague (1976) byl přesvědčený, že čas, který zaplavali mladí plavci na 100 m, je do značné míry závislý na somatických znacích, z čehož vyplývá, že v průběhu růstu je výkon ovlivněn technickými faktory a je méně závislý na aerobní či anaerobní kapacitě. Vorontsov, Binevsky, Filinov a Korobov (1999) se shodují s předchozí studií a připisují rozdíly svalové síle plavců.

Geladas a kol. (2016) ve své studii, kde zkoumali somatotyp mladých plavců obou pohlaví (263 probandů ve věku 12–17 let) obecně zjistili, že chlapci jsou těžší, vyšší, mají delší končetiny, vyšší biologický věk (o 1,5 roku), než byl věk skutečný a lepší výkon ve sprintu na 100 m než dívky. U dívek byl vyšší biologický věk (o 0,7 roku) spojen s tělesnou hmotností, obvodem hrudníku a silou stisku horní končetiny. Jejich tělesná výška, délka horních končetin a flexibilita v ramenním kloubu, byly odpovídající průměrnému plaveckému výkonu na 100 m.

Hlavním zjištěním studie (Geladas a kol., 2016) bylo, že plavecký výkon je spojován s některými somatickými znaky a fyzickou kapacitou plavců. U chlapců

je nejdůležitější celková délka horních končetin, startovní skok a síla stisku, které byly zřejmé v 60% rozptylu. Oproti tomu u dívek, byly antropomotorické znaky a fyzická připravenost pouze v 17% rozptylu. Jako důležité byly u dívek shledány somatické faktory tak, jako u chalců, tělesná výška, délka horních končetin, dále flexibilita v ramenním kloubu a nitrosvalová koordinace svalů dolních končetin. Plavecký výkon, jak uvedli autoři již dříve (Grimston, Hay, 1986; Klentrou, Montpetit, 1991; Sprague, 1976), velmi úzce souvisí s tělesnou výškou a příčným průřezem těla plavce, protože tyto dva faktory ovlivňují a umožňují lepší propulzi. Plavecký výkon je pozitivně ovlivněn délkou horních končetin (Toussaint, 1994). Negativně ovlivňuje plavecký výkon větší obvod hrudníku (Hofer a kol., 2011).

Jak je uvedeno výše, bylo zjištěno, že limitujícími jsou u plaveckého výkonu mladých plavců aerobní a anaerobní požadavky. Stejně tomu je u dospělého plavce s ideálními somatickými předpoklady, není-li dobře fyzicky připraven. Studie ukázala, že výkon mladých plavců na delších tratích byl horší, než na tratích krátkých, to ovšem neplatilo u mladých plavkyň. Proto se domníváme, že u dívek a žen jsou důležitější mechanické faktory, než aerobní či anaerobní připravenost (Geladas a kol. 2016).

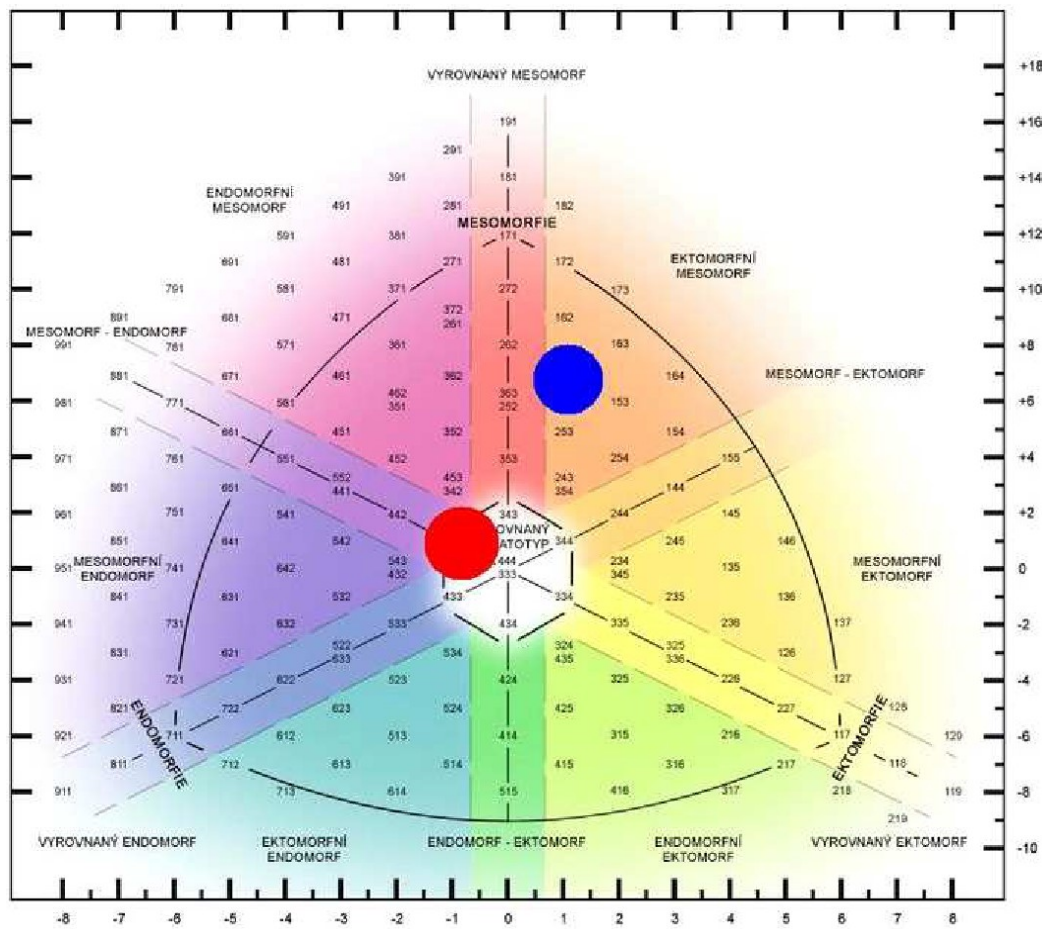
2.6.2 Morfologické složení těla plavců

Hofer a kol. (2011) tvrdí, že vyšší tělesná výška je nutná pro delší plavecký krok a nižší tělesná hmotnost plavce pro lepší plovatelnost, dále velikost chodidla a dlaně pro vytváření hnacích sil. Žádané je větší rozpětí paží, než je tělesná výška plavce, pro snížení poměru mezi segmenty těla, které se podílejí na plavecké lokomoci. Za výhodný somatotyp je považován ten bez výrazného svalového reliéfu, štíhlá postava s malou plochou příčného průřezu těla pro lepší splývavost a optimální hydrodynamické vlastnosti. Kloubní pohyblivost je velice důležitá pro provedení pohybu v maximálním rozsahu, kdy je důležitá maximální pohyblivost hlezenního a ramenního kloubu (Bulgakova in Hofer a kol., 2011).

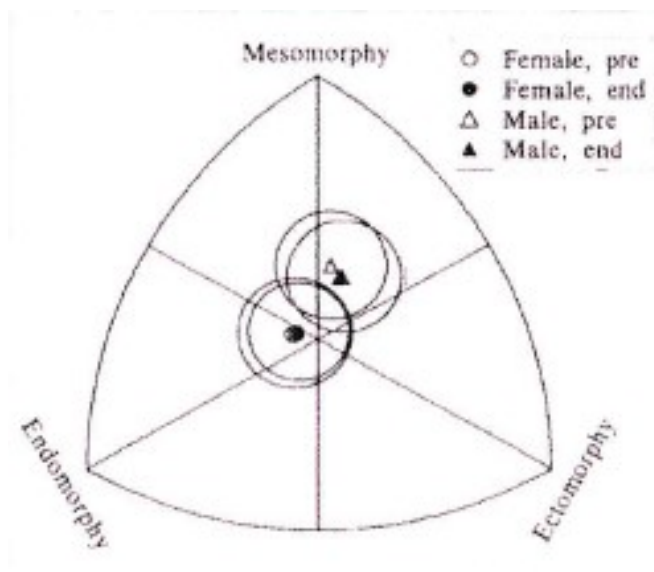
Na základě studií, morfologického složení těla plavců, bylo zjištěno, že nejčastějším somatotypem mužů je ektomorfní mezomorf, kdy disponují 7 % tělesného tuku, u žen mezomorf-endomorf s distribucí 19 % tělesného tuku. Postava plavců je ovlivněna plaveckým i silovým tréninkem, kdy převažuje úroveň ektomorfní mezomorfie. Podíl svalové hmoty je u plavců výraznější v oblasti hrudníku, ramen

a paží, kdy ramena bývají širší než boky. Obr. 11 znázorňuje centralizaci somatotypu plavců i plavkyň (Bernaciková, Kapounková, Novotný a kol., 2010).

Ve studii Williama a kol. (1993), bylo zkoumáno zda antropomotorické složení plavců a plavkyň před začátkem a na konci závodního období, ovlivňuje závodní čas ve sprintu. Autoři studie zjistili, že ženy mají somatotyp endomorfních znaků a muži mezomorfní. Zaznamenali negativní vztah mezi tělesnou výškou, ektomorfními komponentami somatotypu, tělesnou hmotností a tukoprostou hmotou. Naopak pozitivní vztah mezi tělesným tukem a mezomorfní složkou somatotypu. U mužů nebyly zjištěny významné vztahy. Během závodního období se zvýšila váha tukoprosté hmoty žen a zvýšila se ektomorfní složka u obou pohlaví. Po druhém měření byla potvrzena negativní korelace mezi tělesnou hmotností, výškou a váhou tukoprosté hmoty. Pozitivní korelace naopak u procenta tělesného tuku, kterým disponovaly plavkyňe, u mužů tato korelace potvrzena nebyla. Po závodní sezóně bylo zaznamenáno zvýšení tukoprosté hmoty a hmotnosti o 1 kg u žen a snížení hmotnosti tuku o 0,6 kg. Protože plavkyňe v průběhu závodního období rostly (věk 12–17 let), jejich výkon pozitivně ovlivnila vyšší tělesná výška, vyšší ektomorfní složka somatotypu a snížení procenta tělesného tuku. Pozitivní vztah mezi zlepšením výkonu a mezomorfní komponentou somatotypu byl u žen zjištěn v 15% rozptylu. U mužů šlo o pozitivní vztah mezi tělesnou výškou a jejich výkonem. Výsledek studie ukázal, že komponenty somatotypu mají pozitivní vztah u obou pohlaví (obr. 12). Zastoupení tělesného tuku nebylo shledáno jako důležitý ukazatel pro lepší výkonnost. Tělesná výška a hmotnost tukoprosté hmoty byly shledány jako důležité pro výkonnost, ale pouze u žen.



Obr. 11 - Somatograf plavců (muži - modře, ženy - červeně) (Bernaciková, Kapounková, Novotný a kol., 2010)



Obr. 12 – Hlavní somatotypy plavců v předzávodním a na konci závodního období (kruhy označují hlavní reprezentanty somatotypů rozptylu) (Siders, Lukaski, Bolonchuk, 1993)

2.7 Funkční a metabolické krytí plaveckého výkonu

Plavecká lokomoce je ovlivněna specifiky a podmínkami vodního prostředí, které působí na fyziologické a biologické funkce lidského organismu. Voda má zvýšenou tepelnou vodivost a již při ponoření člověka do vody dochází ke zvyšování odvodu tepla a energetického výdeje, který narůstá až o 35 % (Havličková a kol., 1993). Proto lokomoce ve vodě i za klidnějšího pohybu vyvolává zvýšenou přeměnu látek. V tab. 2 jsou uvedené hodnoty výdeje energie na určité trati pro plavecký způsob kraul. Energetický výdej je u plavání závislý na několika faktorech, kterými jsou plavecký způsob, intenzita plavání, trénovanost, úroveň plavecké techniky a tělesné předpoklady plavce (Čechovská, Miler, 2008).

Tab. 2 - Energetická náročnost plaveckých způsobů (Seliger, 1981 in Havličkové a kol., 1993)

trat' (m)	výdej energie		rychlost (m/s)
	% nál BM	KJ/min	
kraul			
100	3400	185	1,67
200	2750	151	1,56
400	2420	131	1,49
1500	1200	65	1,18

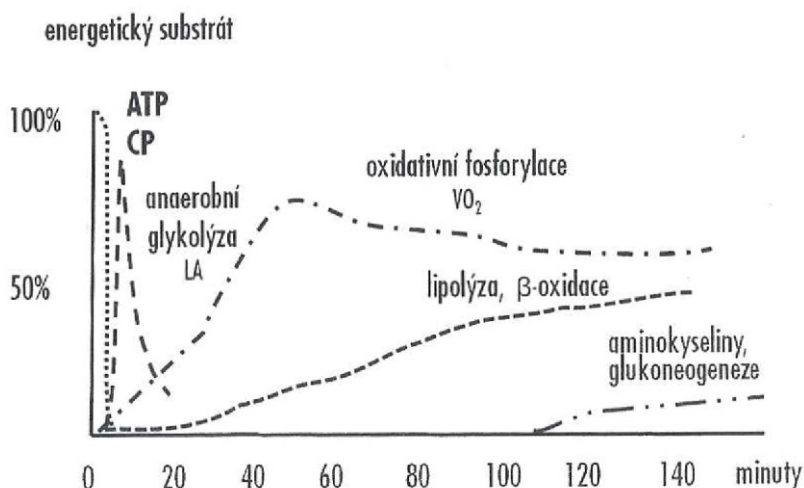
Plaveckou účinností je poměr mezi energetickým příjmem a výdejem. Celková účinnost se zvyšuje pohybovou dovedností, což v případě plaveckého způsobu kraul znamená dokonalé zvládnutí plavecké techniky a následnou účinnou aplikaci této dovednosti do soutěžní či závodní situace. Zvýšením celkové účinnosti dosahuje plavec vyšší rychlosti, při stejné spotřebě kyslíku. Ta je ovlivněna délkou tratě, plaveckým způsobem a trénovaností sportovce. Trénovaní jedinci mají hodnotu VO_2 konstantní a při větším zrychlení u nich dochází ke zvyšování odporu vodního prostředí, ke zvýšení energetického výdeje, zejména anaerobního metabolismu. Nejvyšší individuální hodnotu spotřeby kyslíku, VO_{2max} , mají plavci kolem 63 ml/kg/min (Dovalil a kol., 2012).

Energetické krytí plaveckého výkonu se liší podle časového úseku výkonu (obr. 5). Nejkratší a nejrychlejší úseky, které trvají 35 s–2 min, jsou energeticky hrazeny z 80 % anaerobně a pouze z 20 % aerobně. Středně dlouhé distance, trvající od 2–10 min, jsou kryty z 60 % anaerobně a ze 40 % aerobně. U výkonů trvajících

10 min a déle převažuje aerobní krytí a získávání energie za přísunu kyslíku (obr. 13) (Vilikus a kol., 2012).

Jak jsme uvedli výše, první vteřiny svalové práce jsou kryty rozkladem malých zásob ATP (adenosintrifosfát) uložených ve svalu. Systém ATP-CP je jediný energetický zdroj, který je využitelný pro svalovou kontrakci, ostatní zdroje jsou využívány pro recyklaci ATP (Grasgruber, Cacek, 2008). Po vyčerpání zásob ATP nastupuje regenerace pomocí reakce ADP s kreatinfosfátem, který je uložený ve svalech díky uvolnění molekuly fosforu a spojení ADP vzniká nová molekula ATP. Jakmile jsou zásoby ATP-CP vyčerpány, začne organismus využívat další zdroj energie. Během té chvíle se ale začne v lidském těle hromadit kyselina mléčná, která je vedlejším produktem rozpadu ATP (Jansa, Dovalil a kol., 2009).

Poté nastupuje systém anaerobní glykolýzy – LA-systém, podle Maglischa (2003) dochází ke štěpení glykonenu bez využití kyslíku. V případě, že je glukóza získána ze svalového glykogenu, dokáže si tělo samo vytvořit z každé molekuly glukózy tři molekuly ATP. Ve většině plaveckých závodů ale poskytují jaterní glykogen a krevní glukóza jen malé množství energie. Plavci je využívají spíše na dlouhých tratích, protože jim umožňují pracovat déle a vyšší intenzitou. LA-systém je funkčně i metabolicky nejnáročnější. Během tohoto krytí bylo zaznamenáno nejvyšší vytížení kardio-respiračního systému (Perič, Dovalil, 2010). Posledním systémem je aerobní oxidace glukózy a tuků, systém O₂. Rozdílem mezi anaerobní glykolýzou a aerobní oxidací je práce za přístupu kyslíku. Tento systém krytí je vhodný pro dlouhodobé efektivní využívání tělesných zásob energie, jde však o nejpomalejší zdroj energie (Martense, 2008). Pokud jsou po intenzivním výkonu vyčerpány zásoby glykogenu, přejdou svaly na oxidaci tuků, které jsou skladovány v podkožní tukové tkáni (Grasgruber, Cecek, 2008).



Obr. 13 - Zdroje energie při zátěži v závislosti na délce výkonu (Vilikus a kol., 2012)

Během plavání krátkých vzdáleností, které odpovídají submaximální intenzitě, dochází k tvorbě a vyplavování kyseliny mléčné do krve, proto energetická úhrada odpovídá anaerobnímu laktátovému krytí. Havlíčková a kol. (1993) zaznamenala vyšší hodnoty laktátu v krvi až po uplavaných 180 metrech. Jak vidíme v tab. 2, zvýšení činilo 20 mmol/l. Hodnoty kyseliny mléčné byly zhruba stejné na téže vzdálenosti, plavané rozdílnými plaveckými způsoby. V průběhu vysoké koncentrace laktátu, spolu s dalšími kyselými metabolity, dochází k vyvolání acidózy vnitřního prostředí, které má negativní vliv na výkon plavce. Pohyb ve vodním prostředí má odlišný vliv na cévní řečiště i hormonální produkci, dále na ledvinovou funkci a dochází ke zvýšené produkci moče (Vilikus a kol., 2012).

2.8 Diagnostika záběrových parametrů v plaveckém způsobu kraul

U závodních plavců se stala velmi rychle žádanou veličinou délka, počet a frekvence provedených záběrů. Frekvence záběrů odkazuje na to, kolik pohybových cyklů nebo záběrů plavec zaplave. Můžeme měřit pohybové cykly za minutu nebo časový údaj, za který je proveden jeden pohybový cyklus. Jeden záběr volného způsobu zahrnuje dva záběry paží, tedy jeden pravou a jeden levou horní končetinou. Délka plaveckého kroku nám udává, jakou vzdálenost plavec za jeden pohybový cyklus uplave. Plavecká rychlost udává, jak rychle se plavec posouvá vpřed (Maglischo, 2015).

2.8.1 Výpočet délky záběru jednoho pohybového cyklu

Nejpřesnější metodou výpočtu délky záběru je použití videozáznamu pro změření distance, o kterou se plavcovo tělo posune během jednoho pohybového cyklu. Nejpoužívanější metodou je spočítat záběry pohybového cyklu a znát vzdálenost, kterou plavec uplaval. Následně vydělit počet záběrů vzdáleností. Pokud tedy plavec vykoná 20 záběrů na 40m úseku je jeho průměrná délka záběru 2.0 m na jeden pohybový cyklus ($40 \div 20 = 2.0$). Pro přesnější výpočet je dobré začít počítat záběry až za vlajkami, kdy již má plavec určitou rychlost a rytmus (Maglischo, 2015).

2.8.2 Počet záběrů za minutu

Nejsnazší metodou, jakou lze počet záběrů za minutu nebo čas, za který byl vykonán jeden pohybový cyklus, je změřit čas, za který plavec udělá jeden nebo více pohybových cyklů. Poté čas vydělíme počtem pohybových cyklů. Například tedy čas 3.30 s, kdy plavec vykonal 3 pohybové cykly. ($3.30 \div 3 = 1.10$). Jeden pohybový cyklus mu tedy v průměru trvá 1.10 s (Maglischo, 2015).

2.8.3 Výpočet rychlosti plavce

Plavecká rychlost v závodě se dá vypočítat na základě vydělení délky a počtu záběrů. Čas za pohybový cyklus spíše než pohybový cyklus za minutu by měl být ve výpočtu použit. Pokud má tedy plavec průměrnou délku záběru 2.09 m na jeden

pohybový cyklus a jeho čas během jednoho pohybového cyklu byl 1.13 s (53 pohybových cyklů za minutu). Vydělíme délku záběru počtem záběrů za minutu a dostaneme výsledek rychlosti plavce ($2.09 \div 1.13 = 1.85$ m/s) (Maglischo, 2015).

3. CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je zjistit, zda intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* v mírném stoju rozkročeném na suchu, pozitivně ovlivní techniku a rychlost plaveckého způsobu kraul u nezávodních plavců studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu.

3.2 Výzkumné otázky

1. *Ovlivní aplikace střídavého kroužení horních končetin, počet záběrů v plavané vzdálenosti na 50 m kraul?*
2. *Ovlivní aplikace cvičení střídavé kroužení horních končetin, rychlost probandů na vzdálenost 25 m kraul?*
3. *Ovlivní aplikace cvičení střídavé kroužení horních končetin, rychlost probandů na vzdálenost 50 m kraul?*
4. *Bude vhodné, na základě výsledků měření, aplikovat střídavé kroužení horních končetin v hodinách plavecké výuky studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu 1. semestru?*

4. METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumu

Jde o meziskupinový a vnitroskupinový kvaziexperiment s pretest a posttest designem. Výzkumný soubor tvořily dvě experimentální skupiny studentů, kteří byli vybráni metodou záměrného výběru. Šlo o studenty, kteří nikdy neabsolvovali plavecký trénink. Výzkumný soubor tvořili studenti UK Fakulty tělesné výchovy a sportu oboru Geografie a oboru Ochrana obyvatelstva. Studie se zúčastnili probandi ženského i mužského pohlaví, zúčastnilo se jí 8 žen a 20 mužů.

V průběhu experimentu byl ověřován vliv aplikovaného cvičení *střídavé kroužení horních končetin* v mírném stojí rozkročném v průběhu plavecké výuky. Před experimentem byli probandi s průběhem testování a měření seznámeni. Studentům byl k podpisu předán informovaný souhlas (příloha č. 2). Probandi byli rozděleni do dvou skupin, skupina intervenční (15 probandů) prováděla cvičení *střídavé kroužení horních končetin* před každou vyučovací jednotkou plavecké výuky, skupina kontrolní (15 probandů – během experimentu dva probandi kontrolní skupiny z výzkumu odstoupili v důsledku ukončení studia) cvičení neprováděla. V průběhu experimentu byly obě skupiny dvakrát testovány, a to na začátku a konci výzkumu.

První testování se uskutečnilo v laboratoři sportovní motoriky UK Fakulty tělesné výchovy a sportu, kde jsme zjistili somatické složení těla probandů. Následovalo testování v bazénu, kde jsme pomocí stopek s mezičasem měřili výkony probandů v plaveckém testu na vzdálenost 25 m a 50 m kraul. Druhé testování se uskutečnilo po 3 měsících, kdy intervenční skupina prováděla výše uvedené cvičení. Data byla zpracována a vyhodnocena, výsledky testování intervenční i kontrolní skupiny mezi sebou porovnány.

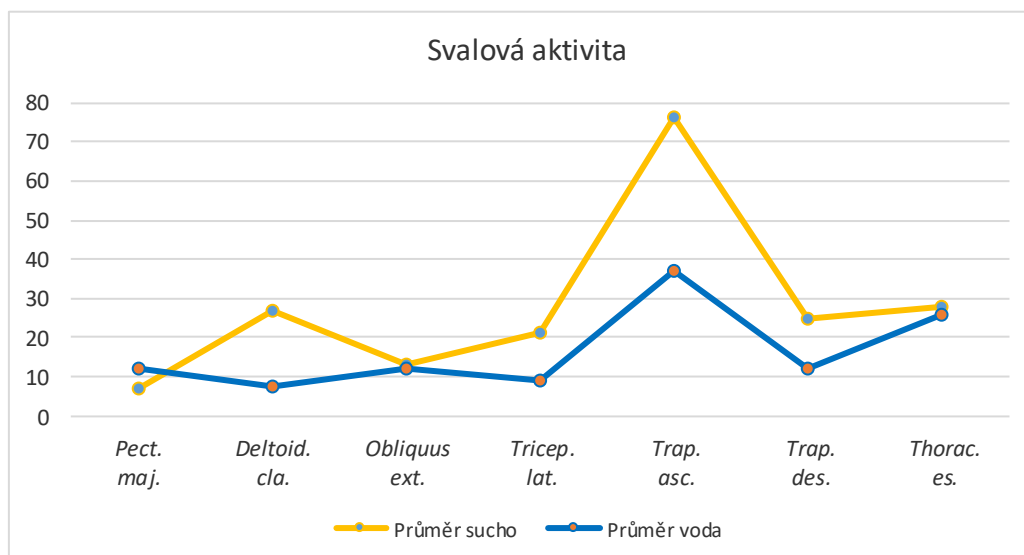
4.2 Východiska

V bakalářské práci jsme zjistili, že během provádění cvičení *střídavé kroužení horních končetin* pracují téměř shodně svaly *M. Obliquus external*, *M. Pectoralis major* a *M. Thoracic erector spinae* na suchu i ve vodě. Jak na suchu, v průběhu provádění cvičení *střídavé kroužení horních končetin*, tak ve vodě během plaveckého způsobu kraul, jsou pohyby velice podobné, paže vykonávají střídavý krouživý pohyb, trup se přetáčí ze strany na stranu. Na suchu jsou svaly *M. Obliquus*

external, *M. Pectoralis major* a *M. Thoracic erector spinae* nezbytné pro vzpřímený postoj, v pohybu přetáčí trup a usnadňují kroužení pažemi. Ve vodě se uvedené svaly podílí na stabilizaci horizontální polohy a umožňují dostatečné natažení paže pro záběr a rotaci plavce během nádechu. Z výsledku bakalářské práce jsme došli k závěru, že ostatní svaly, které jsme měřili, tedy *M. Deltoideus clavicularis*, *M. Triceps brachii*, *M. Trapezius ascendens*, *M. Trapezius descendens* pracovaly o $\frac{1}{3}$ až $\frac{1}{2}$ aktivněji na suchu, a to zřejmě z důvodu překonávání gravitační síly (graf č. 1).

Na základě měření EMG v kraulovém pohybu jsme zjistili, že během střídavého kroužení horních končetin na suchu, aktivované svaly pracují ve větším zatížení, než během kraulového pohybu ve vodě (Hejkalová, 2015). Na základě výsledků bakalářské práce jsme se rozhodli aplikovat cvičení *střídavé kroužení horních končetin* prakticky v plavecké výuce. Usoudili jsme, že cvičení *střídavé kroužení horních končetin* by mohlo být vhodnou alternativou cvičení k rozvoji technických a výkonových parametrů plaveckého způsobu kraul.

Výchozí pozici pro cvičení na suchu jsme definovali následovně: poloha jedné paže ve vzpažení, druhé v připažení, kdy se zahájením rotace trupu pravá horní končetina přechází přes předpažení do připažení a levá přes zapažení do vzpažení. Během kroužení horních končetin dochází k interakci s gravitačními silami, které pohyb horních končetin jednak brzdí a jednak zrychlují.



Graf č. 1: Porovnání svalové aktivity na suchu a ve vodě (Hejkalová, 2015)

4.2.1 Sledované proměnné

Vstupní proměnou je vlastní intervenční pohybový program. U intervenční skupiny probandů zkoumáme vliv pohybové intervence v průběhu tří měsíců. Mezi výstupní proměnné patří hodnoty plavecké techniky (počet záběrů) a plaveckého výkonu (rychlost).

4.2.2 Faktory ovlivňující sledované proměnné

Experimentální soubor i samotná intervence vytváření určité předpoklady pro rušivě proměnné faktory a jejich vliv na cílovou proměnnou. Rušivě proměnné v experimentu sledovat nebudeme, ale jejich vliv vezmeme v úvahu v konečném hodnocení. Identifikovali jsme tyto proměnné a rozdělili je na:

Neovlivnitelné:

- věk
- genetika (rozsah v ramenním kloubu)
- pohlaví
- individuální plavecká technika

Ovlivnitelné:

- osobnost vedoucího výzkumu
- metody sběru dat a jejich zpracování
- úroveň plavecké techniky
- průběh intervence
- další volnočasová aktivita

4.2.3 Aplikace cvičení *střídavé kroužení horních končetin*

Cvičení *střídavé kroužení horních končetin* jsme aplikovali na základě výsledků prvního testování na vzdálenost 50 m. Dávkování cvičení bylo definováno na základě průměrného počtu záběrů intervenční skupiny (54 záběrů) a průměrného času (00:41,9 s). Základní postavení bylo definováno jako mírný stoj rozkročný, vzpažit levou, připažit pravou. Probandi prováděli cvičení *střídavé kroužení horními končetinami*, v tempu 90 BPM. Cvičení jsme aplikovali v hodinách plavecké výuky,

vždy na začátku hodiny, po dobu tří měsíců v období zimního semestru 2016/2017 (listopad – leden). Studenti docházeli do plavecké výuky 2× týdně.

Intervence cvičení začala na začátku měsíce listopadu. První měsíc absolvovali intervenci cvičení 2×týdně. Trénink obsahoval 2 opakování, která trvala 50 sekund s intervalem odpočinku 15 sekund v tempu 90 BPM.

První týden probandi své pohyby koordinovali, důraz byl kladen na rotaci ramen a pánve a propnutí paže v loktu. Dlaň byla otočena směrem dolů, zápěstí uvolněné, ruka miskovitého tvaru, prsty mírně od sebe.

4.2.4 Testování v laboratoři a v bazénu

V průběhu naší studie se probandi zúčastnili testování v laboratoři sportovní motoriky UK Fakulty tělesné výchovy a sportu. Nejprve jsme probandům elektronicky změřili tělesnou výšku. Potom jsme probandy měřili na přístroji TANITA, kde byli zváženi a bylo jim změřeno tělesné složení (příloha č. 3-39). Na přístroji jsme zvolili, mode pro aktivní sportovce, protože každý z probandů se aktivně věnuje sportovní činnosti, jak je uvedené v tabulkách s uvedenými daty (tab. 3.1–3.15 a 4.1–4.13). Na jakém principu přístroj funguje, jsme uvedli výše. Po ukončení měření a vyhodnocení tělesného složení byl každému probandovi zvlášť prezentován výsledek měření. Stejně pobíhalo také měření na konci zimního semestru.

Další testování proběhlo na hodině plavecké výuky v měsíci listopadu 2016 a zúčastnili se jí poučení učitelé, kteří pomáhali v průběhu testování probandů. Test se skládal z plavaného úseku na 25 m a 50 m technikou kraul. Měření se uskutečnilo ve dvou termínech, kdy v prvním termínu byla změřena skupina intervenční, v druhém termínu skupina kontrolní. Na okraji bazénu byla umístěna kamera, která snímala sagitální stranu plavce v pohybu. Druhou kameru pro frontální snímání jsme nepoužili. Cílem bylo snímat počet záběrů a provedení přenosu s polohou hlavy.

Videozáznam posloužil pro posouzení plavecké techniky probandů před a po aplikaci cvičení *sřídavé kroužení horních končetin*. Jeden z poučených učitelů ovládal stopky a uděloval startovní povely. S druhým učitelem jsme zaznamenávali časy probandů do tabulek a počítali jsme, kolik záběrů každý proband během daného úseku provedl. Probandi byli poučeni, jak bude celé měření probíhat. Byli seznámeni se startovacími povely a provedením testu na 25 a 50 m.

Na povel probandů vstoupili do vody a zaujali pozici u stěny bazénu. Na povel „na místa“ se připravili a na startovní povel „hvizd na píšťalku“ startovali z vody, odrazem od stěny. Start vykonával v pretestu i v posttestu jeden a ten samý učitel. Stopky byly spuštěny v momentě odrazu prvního probanda od okraje bazénu. Pokračovali splýváním pod hladinou a zahájením plaveckých záběrů. Měření na 25 m končilo dohmatem na stěnu bazénu. Měření na 50 m zahrnovalo základní kraulovou obrátku, kdy se v blízkosti stěny přetočili na bok a dohmátli na stěnu rukou, přetočili se na bok a provedli odraz od stěny. Probandi nesměli provádět obrátku kotoulovou. Test na 50 m končil dohmatem stěny bazénu po uplávání vzdálenosti. Studenti startovali ve dvou plaveckých drahách. Nejprve probandů plavali 25m úsek maximální možnou rychlostí, následoval odpočinek a zotavení (10 min), po kterém následoval 50m úsek, opět maximální možnou rychlostí.

4.2.5 Plavecká technika probandů – testování v bazénu

Na základě videozáznamu v sagitální rovině bylo provedeno hodnocení plavecké techniky probandů intervenční i kontrolní skupiny. Během hodnocení šlo o expertní analýzu techniky. Hodnotitelé se na základě popisu techniky plaveckého způsobu kraul podle Hofera (2011) zaměřili na polohu hlavy, provedení nádechu, polohu těla, pohyby horních končetin, pohyby dolních končetin a celkovou souhru.

Popis plavecké techniky je uveden výše v diplomové práci, a to v kapitole „Technika plaveckého způsobu kraul v současné podobě“ a dalších kapitolách, kde popisujeme plaveckou techniku horních a dolních končetin i celkovou souhru. Popis plavecké techniky je rozšířen o názory dalších autorů (Colwin, 1999; Maglischo, 2015; Čechovská a Miler, 2008). My budeme plaveckou techniku hodnotit na škále: výborně; dobře; špatně.

Definice výborně provedené techniky (1) hodnotíme takto:

- poloha hlavy: hlava v prodloužení krční páteře, obličejová část i čelo zanořené pod hladinou, hlava rozráží vodní hladinu svým temenem,
- nádech: provedený ústy, po přetočení hlavy, těsně u hladiny, krátký ale vydatný, začátek nádechu v momentě, kdy souhlasná paže ukončila záběrovou fázi,
- poloha těla: tělo zaujímá mírně šikmou polohu na prsou, ramena jsou položena výše než boky, nejnižší je spodní část hrudníku,

- práce horních končetin: záběr jedné paže ukončen v době přípravné fáze paže druhé, přípravná fáze začíná protnutím ruky hladinou, v pořadí prsty, předloktí, loket – paže se natahuje vpřed, při fázi přechodné paže přechází z polohy brzdící do polohy záběrové, ve fázi záběrové nejprve paže dolů – fáze přitažení, poté krčení v loktu, esovitý pohyb směrem pod tělo a podél dolních končetin ke kyčelnímu kloubu – fáze odtlačení, fáze vytažení v pořadí loket, nadloktí, předloktí, dlaň a paži vést s polohou lokte po co nejvyšší dráze (poloha vysokého lokte), fáze přenosu v dostatečném kloubním rozsahu, přenos uvolněnou paží,
- práce dolních končetin: pohyb dolních končetin vychází z kyčelního kloubu, odkud je vlnovitě přenášen až k hlezennímu kloubu, končetiny jsou natažené, nártý stočené k podélné ose těla,
- souhra: koordinované práce horních a dolních končetin společně s dýcháním.

Definice dobře (2) hodnotíme na základě expertního posouzení s tím, že posuzovatelé definovali následující provedení:

- poloha hlavy: v mírném záklonu,
- nádech: prováděný záklonem hlavy, rotace hlavy nad rámec rotace trupu, opožděný nádech,
- poloha těla: nižší poloha pánve (hýždě pod hladinou), během nádechu pohyb hlavy do stran a následný rozkyv těla,
- práce horních končetin: paže zanořená příliš brzy, absence přípravné fáze, kratší provedení záběru a zahájení přenosu paže, paže není během fáze přenosu uvolněná,
- práce dolních končetin: krčení pohyb dolních končetin vychází z kolen, neuvolněné hlezenní klouby,
- celková souhra: opožděný nádech, nepravidelná práce horních končetin.

Pro definici špatně (3) posuzovatelé definovali následující provedení:

- poloha hlavy: záklon hlavy i během provedení záběru, není zanořeno čelo ani obličejová část,
- nádech: nádech zahájený pohybem hlavy vpřed a provedený v záklonu,
- poloha těla: nízká poloha pánve, hlava i ramena nad hladinou,
- práce horních končetin: přenos s polohou nízkého lokte, velmi nízko nad hladinou s absencí rotace trupu, velmi krátký záběr, fáze vytažení v oblasti kyčlí, absence přípravné fáze, nejprve zanořeno nadloktí až potom předloktí,

- práce dolních končetin: hluboko zanořené v důsledku polohy nízké pánve, pedálový pohyb pokrčenými dolními končetinami,
- celková souhra: opožděný nádech, nepravidelná práce horních končetin, nepravidelná práce dolních končetin.

Číslování techniky probandů je uvedeno v kapitole 5 „VÝSLEDKY“, kde jsou čísla uvedena v tabulkách.

5. VÝSLEDKY

5.1 Testování – intervenční skupina

Tab. 3.1 - Proband č. 1

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	176,5	176,9
Hmotnost	68,2	69,8
BMI	22,1	22,3
Rozpětí HK	176	176
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:28,2	00:21,5
Počet záběrů 25 m	35	28
Čas 50 m	00:53,0	00:47,0
Počet záběrů 25/50 m	37/73	29/58
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	2
Poloha těla	3	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	1
Souhra	3	2

Tab. 3.2 - Proband č. 2

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	cyklistika	
Výška	179,7	180,2
Hmotnost	72,7	75,7
BMI	22,5	23,3
Rozpětí HK	185	185
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:16,7	00:15,0
Počet záběrů 25 m	28	22
Čas 50 m	00:37,0	00:35,0
Počet záběrů 25/50 m	26/57	24/46
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	1	1

Tab. 3.3 - Proband č. 3

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	squash	
Výška	187,9	188,6
Hmotnost	76,8	74,6
BMI	21,8	21
Rozpětí HK	184	184
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:14,4	00:14,2
Počet záběrů 25 m	21	23
Čas 50 m	00:30,1	00:29,3
Počet záběrů 25/50 m	22/44	25/49
Poloha hlavy	1	1
Nádech	2	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	1	1

Tab. 3.4 - Proband č. 4

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	hokej, fotbal	
Výška	178,5	178,6
Hmostnost	68,4	67,2
BMI	21,5	20
Rozpětí HK	181	181
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:20,9	00:19,0
Počet záběrů 25 m	26	27
Čas 50 m	00:40,8	00:44,8
Počet záběrů 25/50 m	29/61	24/50
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	2
Poloha těla	3	2
Práce horních končetin	3	3
Práce dolních končetin	3	2
Souhra	3	3

Tab. 3.5 - Proband č. 5

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	172,3	172,8
Hmostnost	73,1	73,1
BMI	24,6	24,5
Rozpětí HK	171	171
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:18,5	00:18,6
Počet záběrů 25 m	30	28
Čas 50 m	00:41,4	00:39,8
Počet záběrů 25/50 m	29/61	29/59
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	2
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	2

Tab. 3.6 - Proband č. 6

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	házená	
Výška	170,4	171,5
Hmotnost	74,1	73,6
BMI	23	25
Rozpětí HK	167	167
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Sprint 25 m	00:20,9	00:20,0
Počet záběrů 25 m	19	21
Sprint 50 m	00:49,5	00:47,5
Počet záběrů 25/50 m	19/36	21/43
Poloha hlavy	3	1
Nádech	3	1
Poloha těla	2	1
Práce horních končetin	1	1
Práce dolních končetin	2	2
Souhra	1	1

Tab. 3.7 - Proband č. 7

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	skok o tyči	
Výška	181,4	182,2
Hmotnost	86	88,8
BMI	26,1	26,7
Rozpětí HK	183	183
Somatotyp	ektomorfní endomorf	
Sprint 25 m	00:16,2	00:15,0
Počet záběrů 25 m	23	19
Sprint 50 m	00:34,9	00:33,4
Počet záběrů 25/50 m	23/47	17/36
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	2
Poloha těla	2	2
Práce horních končetin	1	1
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	2

Tab. 3.8 - Proband č. 8

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	177,3	178
Hmotnost	74,2	74,5
BMI	23,6	23,5
Rozpětí HK	179	179
Somatotyp	ektomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:16,4	00:17,1
Počet záběrů 25 m	23	24
Čas 50 m	00:37,6	00:36,6
Počet záběrů 25/50 m	26/56	24/50
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	1	1
Práce dolních končetin	3	1
Souhra	1	1

Tab. 3.9 - Proband č. 9

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal, florbal	
Výška	194,8	195,2
Hmotnost	89,1	90,4
BMI	23,5	23,7
Rozpětí HK	196	196
Somatotyp	ektomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:16,2	00:20,5
Počet záběrů 25 m	28	26
Čas 50 m	00:49,3	00:44,6
Počet záběrů 25/50 m	27/53	27/53
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	1
Poloha těla	3	3
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	1	2
Souhra	2	2

Tab. 3.10 - Proband č. 10

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	atletika	
Výška	179,4	179,7
Hmotnost	82,3	80,6
BMI	25,6	25
Rozpětí HK	179	179
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:21,4	00:15,6
Počet záběrů 25 m	28	29
Čas 50 m	00:37,6	00:35,4
Počet záběrů 25/50 m	27/56	26/53
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	2
Poloha těla	2	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	1

Tab. 3.11 - Proband č. 11

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	178,6	179,5
Hmotnost	82,2	83,3
BMI	25,8	25,9
Rozpětí HK	183	183
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:14,3	00:14,6
Počet záběrů 25 m	26	29
Čas 50 m	00:30,9	00:31,0
Frekvence záběrů 50 m	25/51	25/51
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	1	1
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	1	1

Tab. 3.12 - Proband č. 12

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	florbal, orientační běh	
Výška	183,1	180,2
Hmotnost	76,5	75,7
BMI	22,8	23,3
Rozpětí HK	184	184
Somatotyp	ektomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:17,3	00:15,5
Počet záběrů 25 m	22	24
Čas 50 m	00:40,8	00:35,9
Počet záběrů 25/50 m	27/49	24/48
Poloha hlavy	3	1
Nádech	2	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	3	1

Tab. 3.13 - Proband č. 13

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	191,8	192,3
Hmotnost	92,1	92,1
BMI	25	24,9
Rozpětí HK	194	194
Somatotyp	endomorfni mezomorf	
Čas 25 m	00:15,0	00:14,9
Počet záběrů 25 m	26	25
Čas 50 m	00:34,7	00:34,0
Počet záběrů 25/50 m	22/44	24/49
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	1
Poloha těla	2	1
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	2

Tab. 3.14 - Proband č. 14

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	vytrvalostní běh	
Výška	173,3	173,6
Hmotnost	58,6	58,9
BMI	19,5	19,5
Rozpětí HK	176	176
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:21,1	00:18,7
Počet záběrů 25 m	31	26
Čas 50 m	00:50,2	00:44,9
Počet záběrů 25/50 m	30/61	25/52
Poloha hlavy	3	1
Nádech	3	1
Poloha těla	3	2
Práce horních končetin	3	3
Práce dolních končetin	2	1
Souhra	2	2

Tab. 3.15 - Proband č. 15

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	basketbal	
Výška	178,8	179,3
Hmotnost	70,5	69,6
BMI	22,1	21,6
Rozpětí HK	172	172
Somatotyp	ektomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:28,3	00:27,3
Počet záběrů 25 m	37	31
Čas 50 m	01:00,7	00:56,5
Počet záběrů 25/50 m	31/64	28/55
Poloha hlavy	2	2
Nádech	2	2
Poloha těla	2	2
Práce horních končetin	3	3
Práce dolních končetin	3	3
Souhra	2	2

5.2 Testování – kontrolní skupina

Tab. 4.1 - Proband č. 1

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	softball	
Výška	188,5	188,8
Hmotnost	84,6	82,2
BMI	23,8	23,1
Rozpětí HK	189	189
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:15,9	00:16,0
Počet záběrů 25 m	26	22
Čas 50 m	00:36,7	00:36,2
Počet záběrů 25/50 m	26/52	25/48
Poloha hlavy	3	1
Nádech	3	2
Poloha těla	3	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	1
Souhra	3	1

Tab. 4.2 - Proband č. 2

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	kanoistika	
Výška	159,4	159,2
Hmotnost	53,3	52,7
BMI	21	20,8
Rozpětí HK	165	165
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:17,9	00:16,0
Počet záběrů 25 m	29	26
Čas 50 m	00:37,3	00:36,3
Počet záběrů 25/50 m	31/63	27/56
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	2
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	1

Tab. 4.3 - Proband č. 3

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	175	175,2
Hmotnost	61,3	60,4
BMI	20	19,7
Rozpětí HK	172	172
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:23,0	00:21,4
Počet záběrů 25 m	28	31
Čas 50 m	01:06,0	00:47,8
Počet záběrů 25/50 m	24/48	32/64
Poloha hlavy	3	1
Nádech	3	2
Poloha těla	3	2
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	1
Souhra	3	3

Tab. 4.4 - Proband č. 4

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	178,3	179
Hmotnost	76,4	77,3
BMI	24	24,6
Rozpětí HK	178	178
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:14,3	00:17,0
Počet záběrů 25 m	26	21
Čas 50 m	00:35,1	00:38,9
Počet záběrů 25/50 m	29/57	21/41
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	2
Poloha těla	3	3
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	3
Souhra	3	2

Tab. 4.5 - Proband č. 5

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	horolezectví	
Výška	184	184
Hmotnost	80,8	81,1
BMI	23,9	24
Rozpětí HK	186	186
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:22,7	00:20,9
Počet záběrů 25 m	21	19
Čas 50 m	00:48,3	00:51,1
Počet záběrů 25/50 m	23/45	21/46
Poloha hlavy	1	1
Nádech	2	2
Poloha těla	1	2
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	1	2

Tab. 4.6 - Proband č. 6

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	kung-fu	
Výška	173,4	172
Hmotnost	77	75,8
BMI	25,6	25,6
Rozpětí HK	173	173
Somatotyp	endomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:23,3	00:18,1
Počet záběrů 25 m	29	36
Čas 50 m	00:55,5	00:46,3
Počet záběrů 25/50 m	31/63	33/63
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	2
Poloha těla	1	2
Práce horních končetin	2	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	1	2

Tab. 4.7 - Proband č. 7

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	gymnastika	
Výška	171	171,2
Hmotnost	54	51,3
BMI	18,5	17,5
Rozpětí HK	171	171
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:23,0	00:21,2
Počet záběrů 25 m	20	20
Čas 50 m	00:54,0	00:48,0
Počet záběrů 25/50 m	20/43	20/42
Poloha hlavy	1	2
Nádech	1	2
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	3	2

Tab. 4.8 - Proband č. 8

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	basketbal	
Výška	189,2	189,6
Hmotnost	85,5	83,2
BMI	23,9	23,1
Rozpětí HK	190	190
Somatotyp	endomorfni mezomorf	
Čas 25 m	00:16,0	00:15,3
Počet záběrů 25 m	25	25
Čas 50 m	00:35,9	00:35,1
Počet záběrů 25/50 m	25/50	25/52
Poloha hlavy	3	1
Nádech	3	1
Poloha těla	3	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	1
Souhra	3	1

Tab. 4.9 - Proband č. 9

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	fotbal	
Výška	186,4	186,3
Hmotnost	75,1	77
BMI	21,6	22,2
Rozpětí HK	185	185
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:15,8	00:16,0
Počet záběrů 25 m	22	20
Čas 50 m	00:37,8	00:37,7
Počet záběrů 25/50 m	20/40	20/40
Poloha hlavy	2	1
Nádech	2	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	2

Tab. 4.10 - Proband č. 10

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	atletika	
Výška	167	167,5
Hmotnost	54,6	56,4
BMI	19,6	20,1
Rozpětí HK	167	167
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:17,5	00:17,2
Počet záběrů 25 m	27	27
Čas 50 m	00:39,8	00:38,4
Počet záběrů 25/50 m	27/55	24/50
Poloha hlavy	1	1
Nádech	1	1
Poloha těla	1	1
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	1	1
Souhra	2	1

Tab. 4.11 - Proband č. 11

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	rugby	
Výška	184,1	184,9
Hmotnost	77,5	78,6
BMI	22,9	23
Rozpětí HK	185	185
Somatotyp	mezomorfní ektomorf	
Čas 25 m	00:17,7	00:15,6
Počet záběrů 25 m	21	21
Čas 50 m	00:39,8	00:33,7
Počet záběrů 25/50 m	21/44	21/46
Poloha hlavy	1	2
Nádech	1	2
Poloha těla	1	2
Práce horních končetin	3	3
Práce dolních končetin	1	2
Souhra	2	2

Tab. 4.12 - Proband č. 12

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	gymnastika	
Výška	176	175,9
Hmotnost	68,7	69,6
BMI	21,7	22,5
Rozpětí HK	178	178
Somatotyp	ektomorfní mezomorf	
Čas 25 m	00:24,8	00:22,8
Počet záběrů 25 m	29	26
Čas 50 m	00:54,8	00:50,0
Počet záběrů 25/50 m	29/56	27/53
Poloha hlavy	2	1
Nádech	2	2
Poloha těla	3	2
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	2
Souhra	2	2

Tab. 4.13 - Proband č. 13

Zkoumané	Období	
	I. měření	II. měření
Sportovní specializace	rugby	
Výška	169,6	169,5
Hmotnost	79,5	78,6
BMI	27,6	27,4
Rozpětí HK	173	173
Somatotyp	mezomorfní endomorf	
Čas 25 m	00:25,4	00:21,9
Počet záběrů 25 m	20	22
Čas 50 m	00:54,3	00:49,8
Počet záběrů 25/50 m	24/49	28/56
Poloha hlavy	3	2
Nádech	3	3
Poloha těla	3	2
Práce horních končetin	3	2
Práce dolních končetin	3	2
Souhra	3	2

5.3 Statistická analýza dat

Veškerá data byla v průběhu testování v bazénu i laboratoři zaznamenávána do tabulek (MS Excel). Ke zpracování získaných dat jsme použili metody deskriptivní a neparametrické statistiky. Normalitu rozložení získaných dat jsme u jednotlivých závisle proměnných ověřovali Shapiro-Wilkovým testem. Ukázalo se, že předpoklad normálního rozložení nesplňují všechna data. Výsledky měření před a po intervenci byly statisticky zpracované pomocí Wilcoxonova neparametrického párového testu a porovnání výsledků mezi intervenční a kontrolní skupinou pomocí Mann-Whitney U testu ($p < 0,05$). Ke kvantifikování velikosti účinku intervence, tedy k hodnocení věcné významnosti, byl použit biseriální korelační koeficient r . Veškeré výpočty byly provedeny v programu SPSS 21,0 a data byla tříděna v programu MS Excel. Tabulka č. 5 znázorňuje průměrné hodnoty základních parametrů intervenční a kontrolní skupiny se směrodatnou odchylkou.

5.4 Hodnocení výsledků

V níže přiložených tabulkách jsou zaznamenaná data, která jsme získali v průběhu testování intervenční (tab. 3) a kontrolní (tab. 4) skupiny. Zajímali nás věk probandů, jejich tělesná hmotnost, výška a rozpětí horních končetin. Dále jsme zaznamenali výpočty časů a počtu záběrů z plaveckých testů na vzdálenost 25 a 50 m. Jsou zde uvedeny výpočty průměru (\bar{x}), směrodatné odchylky (sd) a rozptylu (S^2).

Tab. 3 – Hodnoty probandů intervenční skupiny

Proband	Věk	m (\bar{x})	v (\bar{x})	Rozpětí HK (\bar{x})	t 25A (s)	t 25B (s)	p. z. 25A	p. z. 25B	t 50A (s)	t 50B (s)	p. z. 50A	p. z. 50B
1.	20	69	177	176	28,2	21,5	35	28	53	47	73	58
2.	20	74,2	180	185	16,7	15	28	22	37	35	57	46
3.	19	75,7	188	185	14,4	14,2	21	23	30,1	29,3	44	49
4.	20	67,8	179	181	20,9	19	26	27	40,8	44,8	61	50
5.	19	73,1	172,5	171	18,5	18,6	30	28	41,4	39,8	61	59
6.	19	73,8	170,9	167	20,9	20	19	21	49,5	47,5	36	43
7.	19	87,4	181,8	183	16,2	15	23	19	34,9	33,4	47	36
8.	20	74,3	177,6	189	16,4	17,1	23	24	37,6	36,6	56	50
9.	19	89,8	195	196	16,2	15,6	28	26	49,3	44,6	53	53
10.	20	81,5	179,6	179	21,4	20,5	28	29	37,6	35,4	56	53
11.	20	82,75	179,1	183	14,3	14,6	26	29	30,9	31	51	51
12.	20	76,1	181,7	184	17,3	15,5	22	24	40,8	35,9	49	48
13.	19	92,1	192,1	194	15	14,9	26	25	34,7	33,6	44	49
14.	20	58,6	173,5	176	21,2	18,7	31	26	50,2	44,9	61	52
15.	21	70,1	179,1	172	28,3	27,3	37	31	60,7	56,5	64	55
\bar{x}	19,7	76,4	180,5	181,4	19,1	17,8	26,9	25,5	41,9	39,7	54,2	50,1
sd	0,6	8,9	6,8	8,2	4,5	3,6	5,1	3,3	8,8	7,6	9,4	5,7
S^2	0,4	75,1	42,5	62,4	18,6	11,8	23,5	10,4	70,2	53,3	82,2	30,7

Pretest A	Posttest B
--------------	---------------

Legenda: m (\bar{x}) – průměrná hmotnost, v (\bar{x}) – průměrná tělesná výška, rozpětí HK (\bar{x}) – průměrné rozpětí horních končetin, t 25A – čas pretestu 25 m v sekundách, t 25B – čas posttest na 25 m v sekundách, t 50A – čas pretest na 50 m v sekundách, t 50B – čas posttest na 50 m v sekundách, p. z. 25A – počet záběrů pretest 25 m, p. z. 25B – počet záběrů posttest 25 m, p. z. 50A – počet záběrů pretest 50 m, p. z. 50B – počet záběrů posttest 50 m, \bar{x} – průměrný výsledek sledovaných, sd – směrodatná odchylka, S^2 – rozptyl

Z tabulky č. 3 vyplývá, že v intervenční skupině se v plaveckém testu na vzdálenost 25 m zrychlilo 13 probandů, na vzdálenost 50 m zrychlilo 12 probandů. V plaveckém testu na vzdálenost 25 m dokázalo snížit počet záběrů 9 probandů a v testu na vzdálenost 50 m snížilo počet záběrů 10 probandů.

Tab. 4 – Hodnoty probandů kontrolní skupiny

Proband	Věk	m (\bar{x})	v (\bar{x})	Rozpětí HK (\bar{x})	t 25A (s)	t 25B (s)	p. z. 25A	p. z. 25B	t 50A (s)	t 50B (s)	p. z. 50A	p. z. 50B
1.	19	83,4	188,7	189	15,9	16	26	22	36,7	36,2	52	48
2.	20	53	159,3	165	17,9	16	29	26	37,3	36,3	63	56
3.	19	60,9	175,1	172	23	21,4	28	31	66	47,8	48	64
4.	20	76,9	178,5	178	14,3	17	26	21	35,1	38,9	57	41
5.	20	81	184	186	22,7	20,9	21	19	48,3	51,1	45	46
6.	24	76,4	172,7	173	23,3	18,1	29	36	55,5	46,3	63	63
7.	20	52,7	171,1	171	23	21,2	20	20	54	48	43	42
8.	20	84,4	189,4	190	16	15,3	25	25	35,9	35,1	50	52
9.	21	76,1	186,4	185	15,8	16	22	20	37,8	37,7	40	40
10.	20	55,5	167,3	167	17,5	17,2	27	27	39,8	38,4	55	50
11.	19	78,1	184,5	185	17,7	15,6	21	21	39,8	33,7	44	46
12.	20	69,2	176	178	24,8	22,8	29	26	54,8	50	56	53
13.	20	79,1	169,6	173	25,4	21,9	20	22	54,3	49,8	49	56
\bar{x}	20,1	71,3	177,1	177,9	19,8	18,4	24,9	24,3	45,8	42,3	51,2	50,5
Sd	1,3	11,7	9,2	8,4	3,9	2,8	3,6	4,9	10,1	6,6	7,4	7,8
S ²	1,5	126,4	77,4	65,5	14,4	7,2	11,8	22,5	94,8	39,9	49,9	55,9

Pretest A	Posttest B
--------------	---------------

Legenda: m (\bar{x}) – průměrná hmotnost, v (\bar{x}) - průměrná tělesná výška, rozpětí HK (\bar{x}) – průměrné rozpětí honích končetin, t 25A – čas pretestu 25 m v sekundách, t 25B – čas posttest na 25 m v sekundách, t 50A – čas pretest na 50 m v sekundách, t 50B – čas posttest na 50 m v sekundách, p. z. 25A – počet záběrů pretest 25 m, p. z. 25B – počet záběrů posttest 25 m, p. z. 50A – počet záběrů pretest 50 m, p. z. 50B – počet záběrů posttest 50 m, \bar{x} – průměrný výsledek sledovaných, sd – směrodatná odchylka, S² – rozptyl

Z tabulky č. 4 je zřejmé, že v testech na vzdálenost 25 m a 50 m dokázalo čas zrychlit 11 probandů kontrolní skupiny. Počet záběrů se podařilo snížit 6ti probandům kontrolní skupiny v obou plaveckých testech.

I přes nerandomizovaný výběr probandů, nebyly, mezi intervenční a kontrolní skupinou, prokázány žádné signifikantní rozdíly v základních antropomotorických ukazatelích (tab. 5).

Tab. 5 – Charakteristika základních somatických parametrů intervenční a kontrolní skupiny

Parametr	Intervenční (n = 15)	Kontrolní (n = 13)	p-value
Věk (roky)	19,7 ± 0,6	20,2 ± 1,3	0,347
Tělesná hmotnost (kg)	76,4 ± 9	71,3 ± 11,7	0,660
Tělesná výška (cm)	180,5 ± 6,8	177,1 ± 9,2	0,332
Rozpětí HK (cm)	181,4 ± 8,2	177,8 ± 8,4	0,435

Legenda: měřené hodnoty jsou uvedeny jako průměry se svými směrodatnými odchylkami (±); p < 0,05; HK = horní končetiny

Tab. 6 – Výsledky plaveckých testů před a po intervenci

Parametr	Intervenční skupina (n = 15)			Kontrolní skupina (n = 13)			p-value	Goup test [r]
	Před	Po	%	Před	Po	%		
25 m (s)	19,1 ± 4,5	17,8 ± 3,6*	6,5	19,8 ± 3,9	18,4 ± 2,8*	6,9	0,041 [0,528]	0,258 [0,213]
Záběry 25 m (počet)	26,9 ± 5	25,5 ± 3,3	5,2	24,8 ± 3,6	24,3 ± 4,9	2	0,222 [0,315]	0,250 [0,218]
50 m (s)	41,9 ± 8,8	39,7 ± 7,6*	5,3	45,8 ± 10,1	42,3 ± 6,6*	7,7	0,005 [0,719]	0,153 [0,270]
Záběry 50 m (počet)	54,2 ± 9,4	50,1 ± 5,7*	7,5	51,2 ± 7,4	50,5 ± 7,8	1,2	0,039 [0,532]	0,928 [0,017]

Legenda: měřené hodnoty jsou uvedeny jako průměry se svými směrodatnými odchylkami (±); * p < 0,05; % = procentuální rozdíl mezi vstupním a výstupním měřením; [r] = biseriální korelační koeficient hodnotící velikost účinku intervence a rozdíl mezi skupinami (r = 0,1 malý efekt; r = 0,3 střední efekt; r = 0,5 velký efekt), modře – změna výsledků v posttestu (intervenční i kontrolní skupina), červeně – změna výsledků v posttestu (pouze intervenční skupina)

Tabulka č. 6 znázorňuje průměrné rozdíly výkonů před a po aplikaci intervence v jednotlivých plaveckých testech. Pravidelnou účastí na skupinovém cvičení dosáhla na konci výzkumu intervenční skupina významného zlepšení v plaveckém testu na vzdálenost 25 m (s), 50 m (s) a v počtu záběrů na vzdálenost 50 m. Zlepšení v počtu záběrů na vzdálenost 25 m nebylo u intervenční skupiny statisticky významné. Intervenční skupina se po absolvování intervence zlepšila v plaveckém testu na vzdálenost 25 m o 1,3 sekund (tj. o 6,5 %, $p < 0,05$). Kontrolní skupina dosáhla v plaveckém testu na vzdálenost 25 m také významného zlepšení, a to o 1,4 sekundy (tj. o 6,9 %, $p < 0,05$). V počtu záběrů na vzdálenost 25 m dosáhla intervenční skupina výraznějšího zlepšení než skupina kontrolní (5,2 % vs. 2 %). V plaveckém testu na vzdálenost 50 m (s) dosáhly statisticky významného zlepšení obě skupiny.

Po absolvování intervence se intervenční skupina zlepšila v plaveckém testu na 50 m o 2,2 sekund. Překvapujícím zjištěním je významné zlepšení kontrolní skupiny o 3,5 sekund v plaveckém testu na vzdálenost 50 m, která neabsolvovala intervenci. Z výsledků v tabulce č. 6 vyplývá, že nejvýraznější zlepšení plaveckého výkonu dosáhla intervenční skupina oproti kontrolní v testu hodnotící počet záběrů na 50 m. Na konci výzkumu dosáhla intervenční skupina průměrného zlepšení ve smyslu snížení počtu záběrů o 4 (tj. o 7,5 % $p < 0,05$), oproti kontrolní skupině, která snížila počet záběrů pouze o necelý 1 záběr.

Z hodnocení naměřených dat vyplývá, že aplikace intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* měla největší efekt v plaveckém testu na 50 m ve smyslu snížení počtu záběrů. V našem případě šlo o zlepšení techniky, prodloužení a dokončení záběru probandů intervenční skupiny. S jistotou můžeme říci, že cvičení *střídavé kroužení horních končetin* má vliv na techniku provedení, mluvíme-li o počtu záběrů jako o technickém ukazateli plaveckého způsobu kraul na vzdálenost 50 m. Nemá ale statisticky významný vliv na výkonnostní parametry, v našem výzkumu, na rychlost plavání.

6. DISKUZE

Na základě výsledků můžeme říci, že cvičení *střídavé kroužení horních končetin* mělo vliv na techniku plaveckého způsobu kraul ve smyslu snížení počtu záběrů v plaveckém testu na vzdálenost 50 m. Podívejme se tedy na změny v plavecké technice i změny rychlosti u probandů intervenční skupiny. Vycházíme z expertní analýzy provedené po pretestu i posttestu v bazénu na vzdálenost 25 a 50 m. Vycházíme z ukazatelů techniky, které jsme zvolili, jde o polohu hlavy, nádech, polohu těla, práci horních končetin, práci dolních končetin a celkovou souhru.

Proband č. 1 se v plavecké technice významně zlepšil, a to ve všech zvolených ukazatelích. Na základě zlepšení techniky se zlepšil i v zaplavaném čase a snížení počtu záběrů. V testu na vzdálenost 25 m byl rychlejší o 7,3 s a počet záběrů snížil o 7. Významnější zlepšení dosáhl v testu na 50 m, kdy byl rychlejší o 6 s a počet záběrů snížil o 15.

Probandi č. 2 a 5 zvládali plaveckou techniku téměř dokonale již po první expertní analýze. Zlepšili se ve smyslu zrychlení času a snížení počtu záběrů v obou plaveckých testech, kdy významnějšího zlepšení dosáhli v testu na 50 m. Proband č. 2 snížil počet záběrů o 9 a proband č. 5 o 3.

Proband č. 3 již po první expertní analýze zvládl techniku kraul správně. Počet záběrů v plaveckém testu na 25 m zvýšil o 2 záběry a na vzdálenost 50 m zvýšil počet záběrů v posttestu o 5. Jeho čas se přitom zlepšil, byť v obou případech pouze o pár desetin sekundy. Můžeme se domnívat, že proband č. 3, vlivem intervence, zvýšil počet záběrů. Jde o probanda s dlouhými horními končetinami. Je možné, že mu intervence pomohla optimalizovat počet záběrů ve vyšším tempu.

Proband č. 4 se zlepšil v plavecké technice, přičemž práce horních končetin a souhra stále nejsou správné. I přes to dokázal zrychlit v testu na 25 m o téměř 2 s, provedl ale o 1 záběr více než v pretestu. Na vzdálenost 50 m čas zpomalil o 4 s, přičemž se mu ale podařilo snížit počet záběrů o 11.

Proband č. 6 se zlepšil v plavecké technice, která je při posttestu téměř správná. V obou plaveckých testech zrychlil své časy o 1 a 2 s, počet záběrů v obou testech zvýšil. Zvýšil počet záběrů, což mu pomohlo plavat rychleji při téměř dokonale zvládnuté technice kraul. Domníváme se, že stejně, jako u probanda č. 3, mohla mít intervence vliv na zvýšení počtu záběrů.

Proband č. 7 se zlepšil v plavecké technice, kdy práce horních i dolních končetin byla správná. Zrychlil časy v obou plaveckých testech a snížil počet záběrů jak na vzdálenost 25 m o 4, tak na vzdálenost 50 m o 9.

Proband č. 8 již po expertní analýze v pretestu zvládal techniku téměř dokonale. V druhém testování a hodnocení byla jeho technika správně zvládnutá ve všech ukazatelích. Čas v testu na 25 m byl v posttestu pomalejší o 0,7 s, počet záběrů vyšší o 1. V plaveckém testu na 50 m zrychlil čas o 1 s a snížil počet záběrů o 6. U tohoto probanda, byť byla jeho technika správná již po prvním testování, nedošlo ke zvýšení frekvence záběrů, jako tomu bylo u probandů č. 3 a 6.

Proband č. 9 zlepšil plaveckou techniku, nicméně poloha těla stále není v pořádku, zároveň v posttestu zhoršil práci dolních končetin. V testu na 25 m byl jeho čas o 4 s pomalejší v posttestu, provedl ale o 2 záběry méně než v pretestu. V posttestu zrychlil o 5 s, nedošlo ale ke změně počtu záběrů.

Proband č. 10 se v plavecké technice zlepšil, přičemž poloha hlavy, nádech a práce horních končetin stále nejsou dokonalé. V obou plaveckých testech čas zrychlil, v testu na 25 m provedl o 1 záběr více a v testu na 50 m snížil počet záběrů o 3.

Proband č. 11 měl dokonale zvládnutou techniku plaveckého způsobu již po prvním hodnocení. Proband zrychlil čas na vzdálenost 25 m, ale také zvýšil počet záběrů o 3. Zvýšil tedy počet záběrů, rychlil čas a přitom zachoval správnou plaveckou techniku. V plaveckém testu na 50 m byl pomalejší o 0,1 s, počet záběrů ale provedl stejný jako v pretestu s výborně zvládnutou technikou.

Proband č. 12 se zlepšil ve všech hodnocených ukazatelích plavecké techniky, přičemž práce horních končetin stále není dokonalá. V plaveckém testu na 25 m čas zrychlil a zvýšil počet záběrů, provedl o 2 záběry více. V plaveckém testu na vzdálenost 50 m se zlepšil o 5 s a počet záběrů snížil o 1.

Proband č. 13 zlepšil svou plaveckou techniku a zrychlil čas v obou plaveckých testech, byť šlo o desetiny sekundy. V testu na vzdálenost 25 m snížil počet záběrů o 2, na vzdálenost 50 m ale provedl o 5 záběrů více. Proband zrychlil a zvýšil počet záběrů při zlepšení plavecké techniky.

Proband č. 14 se v technice kraulu na základě expertní analýzy zlepšil, práce horních končetin ale stále není v pořádku, stejně tak souhra. V obou plaveckých testech, ale čas zrychlil a dokázal snížit počet záběrů. Výraznějšího zlepšení dosáhl na vzdálenost 50 m, kde zrychlil o 5 s a počet záběrů snížil o 9.

Proband č. 15 se v technice kraulu nezlepšil ani nezhoršil, jeho plavecká technika zůstala v podstatě stejná. Dokázal se ale zlepšit co do zrychlení a snížení počtu záběrů v obou plaveckých testech. V plaveckém testu na 25 m zrychlil o 1 s a snížil počet záběrů o 6. V testu na 50 m zrychlil o 4 s a snížil počet záběrů o 9.

Porovnáme-li výsledky obou skupin a především hodnoty směrodatných odchylek a rozptylů, mohli bychom tvrdit, že intervence pozitivně ovlivnila počet záběrů jak u výkonu na 50 m, tak i počet záběrů ve výkonu na 25 m. Směrodatná odchylka a rozptyl u intervenční skupiny ve výkonu na 25 m klesla z hodnoty (sd - 4,5 na 3,6) a u rozptylu (S^2 - 23,5 na 10,5) to znamená, že počet záběrů u všech probandů intervenční skupiny, se přibližoval více k průměru než u skupiny kontrolní (sd - 3,6 na 4,9) a u rozptylu (S^2 - 11,8 na 22,5). U výkonu na 50 m jsou tyto posuny ještě více zjevné. Posun hodnot počet záběrů k průměru u intervenční skupiny byla u směrodatné odchylky (sd - 9,4 na 5,7) a u rozptylu (S^2 - 82,2 na 30,7). U kontrolní skupiny tyto hodnoty byly následující (sd - 7,4 na 7,8) a u rozptylu (S^2 - 49,9 na 55,9).

Z porovnání hodnot sd a S^2 je zřejmé, že i když výsledné hodnoty ve výkonu na 25 m kraul nebyly statisticky významné, přesto došlo k určité pozitivní změně v počtu záběrů. Mohli bychom říci, že vliv cvičení na suchu na počet záběrů ve výkonu na 25 a 50 m je zřetelný. Probandi intervenční skupiny zvýšili nebo snížili počet záběrů na danou vzdálenost více k průměru než skupina kontrolní. Nesmíme rovněž zapomenout, že průměrné hodnoty kontrolní skupiny jsou mírně zkresleny nižším počtem probandů, ale i přesto jsou rozdíly v soudržnosti dat u intervenční skupiny zřejmé.

Na základě expertní analýzy plavecké techniky a výsledků testování si můžeme odpovědět na výzkumné otázky:

1. Ovlivní aplikace cvičení střídavého kroužení horních končetin, počet záběrů v plavané vzdálenosti na 50 m kraul?

V našem případě jsme zvolili jako hodnotící parametr pro zvládnutí plavecké techniky počet záběrů horních končetin. Vzhledem k výsledkům intervenční i kontrolní skupiny můžeme říci, že u probandů intervenční skupiny se technika zlepšila a výsledek je statisticky významný v plaveckém testu na vzdálenost 50 m. Z tabulky č. 3 je zřejmé, že v intervenční skupině se zlepšilo 10 probandů ve smyslu snížení počtu záběrů na 50 m. U skupiny kontrolní se v plaveckém testu na 50 m zlepšilo 6 probandů.

Domníváme se, že cvičení *střídavé kroužení horních končetin*, ovlivnilo plaveckou techniku na 50m vzdálenosti proto, že rotace horních končetin byla upravena dle průměrného počtu záběrů všech probandů v pretestu.

Je třeba upozornit na to, že hovoříme o probandech bez plavecké kariéry. Nevíme, jak by na cvičení *střídavé kroužení horních končetin* reagovali závodní plavci. U závodních plavců může mít cvičení jiné nebo žádné účinky. Můžeme se domnívat, že po intervenci cvičení u závodních plavců s odpovídajícím počtem opakování se plavecká technika nezmění, protože by již měla být dokonalá. Aplikace cvičení v tréninku by ale mohla mít vliv na výkonostní parametry, budeme-li vycházet z výsledku bakalářské práce (Hejkalová, 2015), kde jsme zjistili, že svaly zapojované během cvičení *střídavé kroužení horních končetin* jsou zapojovány aktivněji než během plavání plaveckého způsobu kraul. Dalším příspěvkem do diskuze by mohla být otázka, zda je možné a vhodné cvičení provádět s dodatečným odporem v podobě činek, závaží, kotoučů nebo expandérů.

Zajímavé je, že tři probandi (proband č. 3, 6, 13) intervenční skupiny se zlepšili v plavané vzdálenosti na 50 m a zároveň zvýšili počet záběrů. Všichni tři probandi v posttestu vykazovali výbornou plaveckou techniku. Domníváme se, že v případě, kdy je technika plaveckého způsobu kraul správná nebo téměř správná, může mít intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* především vliv na počet záběrů.

U probanda č. 11 nedošlo ke změně v počtu záběrů na vzdálenost 50 m. Jeho technika plavání je zřejmě již na takové úrovni, že k posunu jak v rychlosti, tak i v počtu záběrů nedošlo.

2. Ovlivní aplikace cvičení *střídavé kroužení horních končetin* rychlost probandů na vzdálenost 25 m kraul?

Kladli jsme si otázku, zda budou probandi po intervenci cvičení *střídavé kroužení horních končetin* plavat rychleji. Otázka vycházela z poznatků, ke kterým jsme došli v bakalářské práci, jak již bylo uvedeno výše (Hejkalová, 2015). Podle výsledků bakalářské práce svaly, které jsou zapojované během pohybu ve vodě i na suchu, pracují vyšší aktivitou právě na suchu. Proto jsme se domnívali, že dojde ke změně vnitrosvalové koordinace a probandi intervenční skupiny selepší i v rychlostních parametrech způsobu kraul. Ikdyž se intervenční skupina v plaveckých testech na vzdálenost 25 a 50 m zlepšila, v porovnání se skupinou kontrolní, nejde o statisticky významnou změnu. Intervenční skupina se zlepšila o 1,3 s a kontrolní o 1,4 sekund.

Jak je uvedeno v tabulkách č. 3 a 4, čas v plaveckém testu na vzdálenost 25 m se v intervenční skupině zlepšil u 13 probandů, v kontrolní skupině se zlepšilo 11 probandů.

Na základě výsledků plaveckého testu na 25 m můžeme říci, že intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* nemá statisticky významný vliv na celkovou rychlost.

3. Ovlivní aplikace cvičení *střídavé kroužení horních končetin* rychlost probandů na vzdálenost 50 m kraul?

Vzhledem k tomu, že se zlepšila plavecká technika probandů po intervenci cvičení *střídavé kroužení horních končetin*, se můžeme domnívat, že se zlepšil také čas probandů v plaveckém testu na vzdálenost 50 m. Čas probandů se opravdu zlepšil, ale statisticky významného zlepšení dosáhly obě skupiny. Intervenční skupina zlepšila čas oproti pretestu o 2,2 sekundy.

Překvapivé ale je, že kontrolní skupina se v plaveckém testu na 50 m zlepšila o 3,5 sekundy i přesto, že neabsolvovala intervenci cvičení. V tabulkách č. 3 a 4 je vidět, že čas se v plaveckém testu na vzdálenost 50 m zlepšil u 12 probandů intervenční skupiny. V kontrolní skupině se v plaveckém testu zlepšilo 11 probandů.

Na základě výsledků můžeme říci, že aplikace cvičení *střídavé kroužení horních končetin* nemá významný vliv na rychlost v plaveckém testu na 50 m. Obě skupiny se v plaveckém testu zlepšily, přičemž u kontrolní skupiny šlo o výraznější zrychlení. U intervenční skupiny nešlo o staticky významné zlepšení rychlosti v testu na 50 m.

Můžeme se domnívat, že probandi kontrolní skupiny byli pohybově nadanější a tělesně zdatnější, proto u nich došlo k výraznějšímu zlepšení. V průběhu testování nebyly provedeny další pohybové testy či standardizované testy tělesné zdatnosti. V případě, že kontrolní skupina byla skupinou pohybově nadanější, mohl mít tento aspekt během testování významný vliv. Výsledky posttestu u intervenční skupiny mohly být ovlivněny také motivací. Sice jsme chtěli, aby probandi plavali co nejrychleji, ale velkou aktivitu jsme v tomto směru nevynakládali. Je možné, že kdybychom probandy více motivovali (nabudili), výsledky by byly jiné.

4. *Bude vhodné, na základě výsledků měření, aplikovat střídavé kroužení horních končetin v hodinách plavecké výuky studentů UK FTVS 1. semestru?*

Jistě můžeme říci, že intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* neměla na provádění techniky ani rychlosti negativní vliv. Všichni probandi se v průběhu experimentu aktivně účastnili plavecké výuky, a proto se obě testované skupiny zlepšily. Jak jsme již uvedli výše, vlivem intervence došlo k výraznému zlepšení plavecké techniky ve smyslu snížení počtu záběrů, především v testu na 50 m. Určité změny, oproti kontrolní skupině, ale nastaly i v počtu záběrů ve výkonu na 25 m.

I když intervence na suchu významně ovlivnila počet záběrů na 50 m, přesto si myslíme, že toto cvičení nemá velký vliv na celkový projev techniky a rychlosti u studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu. Domníváme se, že aplikace kroužení horních končetin v prvním ročníku studia studentů UK Fakulty tělesné výchovy a sportu není úplně ideálním prostředkem pro zdokonalení plavecké techniky. Výuku zdržuje především organizace a délka cvičení. Čas věnovaný cvičení na suchu, může být lépe využit ke zlepšení adaptace studentů na vodní prostředí. Podobný typ cvičení, které jsme realizovali na suchu, by mohlo být vhodným cvičením, které může ovlivnit jak koordinaci pohybů, tak i vnímání frekvence záběrů u plaveckého způsobu kraul. Doporučili bychom, aby cvičení ve vodě bylo pravidelně opakováno, třeba ve stejném režimu, který jsme stanovili při cvičení na suchu.

7. ZÁVĚR

Cílem naší práce bylo objasnit vliv intervence cvičení *střídavé kroužení horních končetin* u probandů, kteří nikdy neabsolvovali plaveckou přípravu. Praktickým výstupem diplomové práce je pretest a posttest provedený v průběhu výzkumu. Jedná se o testování v laboratoři sportovní motoriky UK Fakulty tělesné výchovy a sportu, kde jsme zjistili data potřebná k určení somatotypu probandů. Dále o testování v bazénu, kde probandi podstoupili plavecké testy na vzdálenost 25 a 50 m. V bazénu byl měřen čas a počet záběrů v obou plaveckých testech.

Na základě testování a vyhodnocení získaných dat jsme došli k závěru, že *střídavé kroužení horních končetin* nemělo statisticky významný vliv na výkonové parametry (rychlost) u plaveckého způsobu kraul. V plaveckém testu na 25 m jsme nezaznamenali významné změny v rychlostních parametrech.

Výsledek je pro nás ale významný v tom smyslu, že se počet záběrů intervenční skupiny více přibližoval průměru, než u skupiny kontrolní. Vlivem intervence došlo u probandů intervenční skupiny ke statisticky významnému snížení průměrného počtu záběrů v plaveckém testu na 50 m a zároveň se počet záběrů významně přiblížil k průměru, byl v menším rozptylu, než u skupiny kontrolní. Možná, jsme vlivem intervence ovlivnili i rezonanční frekvenci, v průběhu které stačí vynaložit jen malé množství energie k udržení pohybu ramene, svalů a šlach. Frekvenční odezva systému je určena rychlostí a frekvencí vykonaného pohybu paží.

Takového výsledku jsme zřejmě docílili vlivem intervence, která byla vztažena právě na vzdálenost 50 m. Probandi v průběhu cvičení provedli zhruba stejný počet krouživých pohybů, jako v testu na vzdálenost 50 m. Z výsledků vyplývá, že *střídavé kroužení horních končetin* by mohlo pozitivně ovlivnit koordinaci pohybů horních končetin i přesto, že k zvýšení rychlosti plavání nedošlo.

Obecně bychom mohli říci, že aplikace cvičení *střídavé kroužení horních končetin* u studentů prvního ročníku UK Fakulty tělesné výchovy a sportu není ideálním prostředkem pro rozvoj plavecké techniky. Hlavním důvodem je časová náročnost přípravy a realizace cvičení na suchu.

Některé prvky z cvičení na suchu bychom ale mohli realizovat v plavecké výuce přímo ve vodě, kde by studenti dále rozvíjeli pocit vody a soustředili se na koordinaci plaveckého způsobu kraul. Cvičení by mělo být pravidelně opakováno a mohlo by probíhat ve stejném režimu, jaký byl stanoven pro cvičení na suchu. Cvičení

doporučujeme aplikovat u studentů vyšších ročníků, vzhledem k dosažení vyšší adaptace na vodní prostředí a zkušenostem z plavecké výuky během předchozích semestrů.

Další výzkum by mohl sledovat intervenci cvičení *střídavé kroužení horních končetin* právě ve vodním prostředí. Předmětem výzkumu by mohl být opět počet záběrů provedených na určité vzdálenosti a samozřejmě čas. Jde o další oblast zkoumání plavecké výuky zařazení nových cvičení pro rozvoj techniky kraul.

8. ZDROJE

1. Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527-543.
2. Bar-Or, O., Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). Physiologic considerations in age-group swimming. In *Medicine and science in aquatic sports* (pp. 199-205). Karger Publishers.
3. Bernstein, N. A. (1935). The problem of the interrelation of co-ordination and localization. *Archives of the Biological Sciences*, 38.
4. Bělková, T. (1994). Zdravotní a léčebné plavání. *Praha: Karolinum*.
5. Bingham, G. P., Schmidt, R. C., & Rosenblum, L. D. (1989). Hefting for a maximum distance throw: A smart perceptual mechanism. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 507.
6. Boutellier, U., Büchel, R., Kundert, A., & Spengler, C. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 65(4), 347-353.
7. Brooks, M. Developing swimmers. Champaign, Ill.: Human Kinetics, c2011, xii, 227 p. ISBN 9780736089357.
8. Burke, R. E. (1999). The use of state-dependent modulation of spinal reflexes as a tool to investigate the organization of spinal interneurons. *Experimental brain research*, 128(3), 263-277.
9. Burke, R. E., Degtyarenko, A. M., & Simon, E. S. (2001). Patterns of locomotor drive to motoneurons and last-order interneurons: clues to the structure of the CPG. *Journal of neurophysiology*, 86(1), 447-462.
10. Capaday, C., Lavoie, B. A., Barbeau, H., Schneider, C., & Bonnard, M. (1999). Studies on the corticospinal control of human walking. I. Responses to focal transcranial magnetic stimulation of the motor cortex. *Journal of neurophysiology*, 81(1), 129-139.
11. Colwin, C. M. (2000). *Swimming dynamics: Winning techniques and strategies*. Masters Press.
12. Colwin, C. (1992). *Swimming into the 21st century*. Human Kinetics Publishers.
13. Counsilman, J. E., & Counsilman, B. E. (1994). *The new science of swimming*. Benjamin-Cummings Publishing Company.
14. Čechovská, I. (2003). Problematika plavání a plaveckých sportů II. *Sborník FTVS: Felgrová, I. Cvičení pro rozvoj techniky prsa, 1*.

15. Čechovská, I., & Miler, T. (2008). Plavání, druhé přepracované vydání. *Praha: Grada.*
16. Čechovská, I., & Pokorná, J. Vznášení, splývání a hydrodynamická poloha Vznášení, splývání a hydrodynamická poloha.
17. Čihák, R. (2001). Anatomie. 2. upr. a dopl. vyd. *Praha: Grada, 2004(3).*
18. Dauber, W. (2007). *Feneis° uv obrazový slovník anatomie: obsahuje na 800 odborných anatomických pojm° ua na 800 vyobrazení.* Grada Publishing as.
19. Dietz, V. (2003). Spinal cord pattern generators for locomotion. *Clinical Neurophysiology, 114(8), 1379-1389.*
20. Dovalil, J., & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu.* Olympia.
21. Duysens, J., & Pearson, K. G. (1998). From cat to man: basic aspects of locomotion relevant to motor rehabilitation of SCI. *Neurorehabilitation, 10(2), 107-118.*
22. Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny.* Computer press.
23. Greene, P. H. (1982). Why is it easy to control your arms?. *Journal of Motor Behavior, 14(4), 260-286.*
24. Geladas, N. D., Nassis, G. P., & Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine, 26(02), 139-144.*
25. Guzman, R. J. (1998). *Swimming drills for every stroke.* Human Kinetics 1.
26. Hatsopoulos, N. G., & Warren Jr, W. H. (1996). Resonance tuning in rhythmic arm movements. *Journal of motor behavior, 28(1), 3-14.*
27. Havlíčková, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část–1. díl. 1. vyd. UK Praha: Karolinum, 1993. 238 s. ISBN 80-7066-815-6.*
28. Hájek, J. Antropomotorika. 2., přeprac. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7290-598-0.
29. HEJKALOVÁ, B., Porovnání zapojení svalových skupin u krouživého pohybu horních končetin na suchu a ve vodě, Praha 2015. Karlova univerzita v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu.
30. Hofer, Z., & Felgrová, I. (2011). *Technika plaveckých způsobů.* Karolinum.
31. Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Úvod do sportovního tréninku.* Sport a věda.
32. Hooper, S. L., & DiCaprio, R. A. (2004). Crustacean motor pattern generator networks. *Neurosignals, 13(1-2), 50-69.*

33. Hultborn, H., Conway, B. A., GOSSARD, J. P., Brownstone, R., Fedirchuk, B., Schomburg, E. D., & PERREAULT, M. C. (1998). How Do We Approach the Locomotor Network in the Mammalian Spinal Cord? a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 860(1), 70-82.
34. Jansa, P., & DOVALIL, J. *Sportovní příprava. Praha: Q-art, 2009.* ISBN 80-903280-8-3.
35. Jurák, D. Současné vnímání plavecké propulze ve světě. Čechovská, I. (2003). Problematika plavání a plaveckých sportů II. *Sborník FTVS: Felgrová, I. Cvičení pro rozvoj techniky prsa, 1.*
36. Koderová, M. Vliv PNF na změnu pohybového stereotypu abdukce v ramenním kloubu. Praha 2014. Diplomová práce. Karlova univerzita v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu.
37. Kovařík, V., & Langer, F. (1994). *Biomechanika tělesných cvičení I.* Masarykova univerzita.
38. Kučerová, K., Historický vývoj plaveckých způsobů Bakalářská práce, Brno 2013. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Fakulta sportovních studií.
39. Lánik, V. (1990). *Kineziologie: Učebnice pro SZŠ, stud. odbor rehabilitační pracovník.* Osveta.
40. Lukášek, M. Možnosti posouzení plavecké techniky prsařů na základě rozboru jejich rychlostního profilu. In ČECHOVSKÁ, I. (editor). Problematika plavání a plaveckých sportů II: sborník příspěvků z vědeckého semináře. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2001. s. 75-80. ISBN 80-246-0324-1.
41. MacKay-Lyons, M. (2002). Central pattern generation of locomotion: a review of the evidence. *Physical therapy*, 82(1), 69.
42. Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest.* Human Kinetics.
43. Maglischo, E. W. *Swimming Even Faster.* Mountain View, California, 1993.
44. Malina, R. M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and sport sciences reviews*, 22(1), 280-284.
45. Martens, R. (2006). *Úspěšný trenér.* Grada.
46. Matsuoka, K. (1985). Sustained oscillations generated by mutually inhibiting neurons with adaptation. *Biological cybernetics*, 52(6), 367-376.
47. McLeod, I. (2010). *Swimming anatomy.* Champaign, IL: Human Kinetics.
48. Motyčka, J. (2001). Teorie plaveckých sportů. *Plavání, synchronizované plavání, vodní pólo, skoky do vody, záchrana tonoucího, 1.*

49. Neuls, F. & Svozil, Z. & Viktorjeník, D. & Dub, J. (2013). Plavání. Olomouc: Univerzita Palackého.
50. Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: Metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Grada Publishing as.
51. Neumannová, K., & Zatloukal, J. (2011). Ovlivnění poruch dýchání pomocí tréninku dýchacích svalů. *Rehabil. fyz. Lék*, 18(4), 1BB-192.
52. Pardoe, J., Edgley, S. A., Drew, T., & Apps, R. (2004). Changes in excitability of ascending and descending inputs to cerebellar climbing fibers during locomotion. *Journal of Neuroscience*, 24(11), 2656-2666.
53. Patla, A. E., Calvert, T. W., & Stein, R. B. (1985). Model of a pattern generator for locomotion in mammals. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 248(4), R484-R494.
54. Pearson, K. G., & Ramirez, J. M. (1997). Sensory modulation of pattern-generating circuits. *Neurons, networks, and motor behavior*, 225-236.
55. Pearson, K. G. (2000). Neural adaptation in the generation of rhythmic behavior. *Annual review of physiology*, 62(1), 723-753.
56. Požgayová., Využití EMG pro porovnání techniky přenosu paže v plaveckém způsobu kraul, Praha 2008. Karlova univerzita v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu.
57. Richards, Dr. R., Coaching essentials: a swimming coach's guidebook. 3. Lavington: Australian Swimming Coaches & Teachers Association, 2009. ISBN 0975208829.
58. Ružbarský, P., & Turek, M. (2006). Didaktika, technika a trénink v plavání.
59. Rossignol, S. (1996). Neural control of stereotypic limb movements. *Comprehensive physiology*.
60. Sadato, N., Yonekura, Y., Waki, A., Yamada, H., & Ishii, Y. (1997). Role of the supplementary motor area and the right premotor cortex in the coordination of bimanual finger movements. *Journal of Neuroscience*, 17(24), 9667-9674.
61. Sheldon, W. H. (1954). *Atlas of men: A guide for somatotyping the adult male at all ages*. Harper.
62. Schneider, K., Zernicke, R. F., Schmidt, R. A., & Hart, T. J. (1989). Changes in limb dynamics during the practice of rapid arm movements. *Journal of biomechanics*, 22(8-9), 805-817.

63. Schubert, M., Curt, A., Jensen, L., & Dietz, V. (1997). Corticospinal input in human gait: modulation of magnetically evoked motor responses. *Experimental brain research*, 115(2), 234-246.
64. Sprague, H. A. (1976). Relationship of certain physical measurements to swimming speed. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation*, 47(4), 810-814.
65. Stein, P. S. G., & Smith, J. L. (1997). Neural and biomechanical control strategies for different forms of vertebrate hindlimb motor tasks. *Neurons, networks, and motor behavior (Stein PSG, Grillner S, Selverston AI, Stuart DG, eds)*, 61-73.
66. Stephan, K. M., Binkofski, F., Halsband, U., Dohle, C., Wunderlich, G., Schnitzler, A., ... & Zilles, K. (1999). The role of ventral medial wall motor areas in bimanual co-ordination. *Brain*, 122(2), 351-368.
67. Thelen, E., Zernicke, R., Schneider, K., Jensen, J., Kamm, K., & Corbetta, D. (1992). The role of intersegmental dynamics in infant neuromotor development. *Advances in psychology*, 87, 533-548.
68. Toussaint, H. M., & Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming. *Sports Medicine*, 18(6), 384-405.
69. Uemura, H., Lundgren, C. E., & Ray, A. D. (2012). Effects of different types of respiratory muscle training on exercise performance in runners. *Military medicine*, 177(5), 559.
70. Ullén, F., Forssberg, H., & Ehrsson, H. H. (2003). Neural networks for the coordination of the hands in time. *Journal of Neurophysiology*, 89(2), 1126-1135.
71. Van de Crommert, H. W., Mulder, T., & Duysens, J. (1998). Neural control of locomotion: sensory control of the central pattern generator and its relation to treadmill training. *Gait & posture*, 7(3), 251-263.
72. Vorontsov, A. R., Binevsky, D. A., Filonov, A. Y., & Korobova, E. A. (1999). The impact of individuals' maturity upon strength in young swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming*, 8, 321-326.
73. Williamson, M. M. (1998). Neural control of rhythmic arm movements. *Neural networks*, 11(7), 1379-1394.
74. Wells, G. D., Plyley, M., Thomas, S., Goodman, L., & Duffin, J. (2005). Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *European journal of applied physiology*, 94(5-6), 527-540.
75. Whelan, P. J. (1996). Control of locomotion in the decerebrate cat. *Progress in neurobiology*, 49(5), 481-515.

76. Yang, J. F., Lam, T., Pang, M. Y., Lamont, E., Musselman, K., & Seinen, E. (2004). Infant stepping: a window to the behaviour of the human pattern generator for walking. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 82(8-9), 662-674.
77. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink: Praxe a věda*. Mladá fronta.
78. Zehr, E. P., & Duysens, J. (2004). Regulation of arm and leg movement during human locomotion. *The Neuroscientist*, 10(4), 347-361.

1. INTERNETOVÉ ZDROJE

URL₁: BERNICOVÁ, M., KAPOUNOVÁ, K., NOVOTNÝ J., a kol. Multimediální internetová učebnice vznikla za podpory FRVŠ (č. projektu 1825/2010) <http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/plavani.html>

URL₂: CARTER, L. The Heath-Carter Anthropometric somatotype : instruction manual. Surrey, Canada : San Diego State University, 2002. 26 s. Dostupné z: <<http://www.somatotype.org/methodology.php>>

URL₃: HALL, G., 2011 Your Best Freestyle Technique [online] 2011 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.slowtwitch.com/Training/Swimming/Your_Best_Freestyle_Technique_1877.html>

URL₄: LEHNERT, BOTEK, SIGMUND, SMÉKAL a kol., 2014. Kondiční trénink [online] 2014 [cit. 2015-8-13]. ISBN 978-80-244-4369-0 (e-kniha). Dostupné z: <<https://publi.cz/books/149/08.html>>

URL₅: KOKAISL, P., 2007: Základy antropologie, Provozně ekonomická fakulta ČZU [online] 2007 [cit. 2017-01-20] Dostupné z: <<https://books.google.cz/books?id=QCNzyl9K5ckC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>>

URL₆: KOPECKÝ, M., KREJČOVSKÝ L., ŠVARC, M. Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů. 2013 [online] 2013 [cit. 2017-01-12] ISBN 978-80-244-3613-5. Dostupné z: <<http://chopn.registry.cz/res/file/chopn/antropometricky-instrumentar.pdf>>

URL₇: PODSTAWKA, P. Bioimpeční analýza. 2016 [online] 2016 [cit. 2017-01-19] Dostupné z: <<http://www.avica.net/bioimpedance/>>

URL₈: POKORNÁ, J., ČECHOVSKÁ, I., 2009 Struktura sportovních výkonů založených na plavecké lokomoci [online] 2009 [cit. 2016-10-02]. ISBN 978-80-246-1553-0. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-1320-version1-21_struktura_sportovnich_vykon.pdf>

URL₉: SLOAN, J., 2015. Types of Races in Competitive Swimming [online] 2015 [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: <<http://www.livestrong.com/article/102131-meter-freestyle-swimming-information/>>

URL₁₀: STRASS, 1986; GIROLD, 2012; SADOWSKI, 2012. Science of Performance: Strength Training and Swimming Performance [online] 2014 [cit. 2015-08-12]. Dostupné z: <<http://www.swimmingworldmagazine.com/news/science-of-performance-strength-training-and-swimming-performance/>>

URL₁₁: ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P., 2012. Základy sportovní tréninku [online] 2014 [cit. 2016-12-12]. ISBN 78-80-210-5890-3 (e-kniha). Dostupné z: <<https://publi.cz/books/51/Impresum.html>>

9. SOUPIS PŘÍLOH

Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise UK Fakulty tělesné výchovy a sportu

Příloha 2: Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicině](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem: [Vliv technického cvičení - střídavé kroužení horních končetin - na techniku plaveckého způsobu kraul u studentů FTVS](#).

Cíl výzkumu: Cílem diplomové práce je zjistit, zda má cvičení střídavé kroužení horních končetin ve stojící poloze aplikované v průběhu plavecké výuky nějaký vliv na zlepšení techniky plaveckého způsobu kraul.

Výzkumné metody: Budou použity neinvazivní metody výzkumu. Probandi budou změřeni pomocí stopky (čas na 25 a 50 m kraul), kamery (technika přenosu horních končetin během plavání, určení počtu záběrů a následné spočítání frekvence záběrů za minutu), metru (výška probandů a rozpětí horních končetin), váhy (hmotnost probandů).

Popis výzkumu: V první fázi proběhne náhodný výběr 30 probandů ze studentů, kteří nebyli součástí dlouhodobého výkonnostního plaveckého tréninku. Následně dojde ke kontrole a měření jejich tělesných parametrů, tělesného složení a určení somatotypu v laboratoři sportovní motoriky na UK FTVS. V rámci výzkumu budou na začátku a na konci výzkumu provedeny praktické testy ve vodě. Půjde o test uplavání 25m a 50m vzdáleností technikou kraul, a to maximální rychlostí se startem z vody, s provedením základní obrátky. Z testů budeme analyzovat parametry techniky, jako je frekvence záběrů, délka záběru a čas za uplavanou vzdálenost. V další fázi, bude intervenční skupina provádět pravidelně, kroužení horních končetin na suchu, vždy na začátku výukové hodiny. Intenzitu a čas provádění cvičení kroužení horních končetin stanovil učitel plavecké výuky UK FTVS s výbornou technikou a dlouhodobou plaveckou kariérou. Následně bude pro cvičení na suchu zvoleno optimální tempo, které bude kontrolováno metronomem. Kroužení bude v hrubém měřítku imitovat frekvenci záběru horních končetin správně provedené kraulové techniky, s dobou trvání do 40 sek. Důraz bude kladen na techniku provedení, tedy kroužení z ramen s kontrolou polohy paže během kroužení. Součástí výzkumu bude kontrolní skupina, u které bude proveden stejný výběr a vstupní testy v laboratoři a ve vodě před zahájením a na konci výzkumu. Kontrolní skupina nebude provádět žádné cvičení během semestrální výuky. Rizika cvičení a testování nepřesahují běžná rizika očekávaná u daných aktivit.

Časové souvislosti: Měření proběhne poprvé v měsíci listopadu 2016 a podruhé v měsíci únoru 2017 během plavecké výuky na UK FTVS. Kroužení horními končetinami bude prováděno na každé hodině plavecké výuky, tzn. 2× týdně minimálně jednu minutu co nejvyšší intenzitou kroužení.

Očekávaný přínos výzkumu: Očekáváme, že tento výzkum prokáže, zda je cvičení horních končetin pro studenty UK FTVS užitečné a má tedy vliv na pozitivní provádění techniky plaveckého způsobu kraul a zda toto cvičení může být zapojeno do plavecké výuky UK FTVS.

Zpracování výzkumu: Výzkum bude publikován v podobě diplomové práce, případně budou získaná data využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Jména probandů budou v práci anonymizována a probandi označeni číslem. Data budou po skončení výzkumu smazána. Publikována budou pouze v diplomové práci.

Výsledky výzkumu: Probandi se s výsledky výzkumu mohou seznámit v diplomové práci a přímo při druhém měření v měsíci únoru 2017.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Osoba, která provedla poučení:..... Podpis

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum :

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicině](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem: [Vliv technického cvičení - střídavé kroužení horních končetin - na techniku plaveckého způsobu kraul u studentů UK FTVS](#).

Cíl výzkumu: Cílem diplomové práce je zjistit, zda má cvičení střídavé kroužení horních končetin ve stojící spojném aplikované v průběhu plavecké výuky nějaký vliv na zlepšení techniky plaveckého způsobu kraul.

Výzkumné metody: Budou použity neinvazivní metody výzkumu. Probandi budou změřeni pomocí stopek (čas na 25 a 50 m kraul), kamery (technika přenosu horních končetin během plavání, určení počtu záběrů a následné spočítání frekvence záběrů za minutu), metru (výška probandů a rozpětí horních končetin), váhy (hmotnost probandů).

Popis výzkumu: V první fázi proběhne náhodný výběr 30 probandů ze studentů, kteří nebyli součástí dlouhodobého výkonnostního plaveckého tréninku. Následně dojde ke kontrole a měření jejich tělesných parametrů, tělesného složení a určení somatotypu v laboratoři sportovní motoriky na UK FTVS. V rámci výzkumu budou na začátku a na konci výzkumu provedeny praktické testy ve vodě. Půjde o test uplavání 25m a 50m vzdáleností technikou kraul, a to maximální rychlostí se startem z vody, s provedením základní obrátky. Z testů budeme analyzovat parametry techniky, jako je frekvence záběrů, délka záběru a čas za uplavanou vzdálenost. Kontrolní skupina nebude provádět žádné cvičení během semestrální výuky. Rizika cvičení a testování nepřesahují běžná rizika očekávaná u daných aktivit.

Časové souvislosti: Měření proběhne poprvé v měsíci listopadu 2016 a podruhé v měsíci únoru 2017 během plavecké výuky na UK FTVS. Kroužení horními končetinami bude prováděno na každé hodině plavecké výuky, tzn. 2× týdně minimálně jednu minutu co nejvyšší intenzitou kroužení.

Očekávaný přínos výzkumu: Očekáváme, že tento výzkum prokáže, zda je cvičení horních končetin pro studenty UK FTVS užitečné a má tedy vliv na pozitivní provádění techniky plaveckého způsobu kraul a zda toto cvičení může být zapojeno do plavecké výuky UK FTVS.

Zpracování výzkumu: Výzkum bude publikován v podobě diplomové práce a v odborných člancích, případně budou získaná data využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Osobní data probandů budou v práci anonymizována a probandi označeni číslem. Data budou po skončení výzkumu smazána. Publikována budou pouze v diplomové práci.

Výsledky výzkumu: Probandi se s výsledky výzkumu mohou seznámit v diplomové práci a přímo při druhém měření v měsíci únoru 2017.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Osoba, která provedla poučení:..... Podpis

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasně a srozumitelně odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum :

Jméno a příjmení účastníka Podpis: