

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Vliv posilovacího cvičení na Biokinetiku do plaveckého výkonu na 50 m kraul

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Danil Jurák, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Nezdara

Praha 2019

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

V Praze, dne:

.....

Bc. Jaroslav Nezdara

Evidenční list

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

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

Chtěl bych poděkovat všem, kteří se spolupodíleli na této práci. Především chci poděkovat svému školiteli Mgr. Danielu Jurákovi, PhD., za odborné vedení, vstřícnost a trpělivost, kterou se mnou musel při zpracování této práce mít, dále děkuji za čas, který mi v průběhu zpracování práce věnoval, také velice děkuji za poskytnutou odbornou literaturu. Dále bych chtěl poděkovat panu Zelenkovi, který se stará o nastavení a fungování Biokineticu a za jeho pomoc při počátečním a konečném testování. Velice děkuji probandům, kteří se zcela dobrovolně účastnili intervenčního programu, ačkoli byl pro ně velmi časově náročný, děkuji jim za jejich poctivost, dochvilnost a odhodlání. V neposlední řadě děkuji rodině, která mě po celou dobu studia a při zpracování této práce podporovala.

Abstrakt

Název: Vliv posilovacího cvičení na Biokineticu do plaveckého výkonu na 50 m kraul.

Cíl: Cílem práce je zjistit, zda dvouměsíční pohybová intervence realizovaná na plaveckém trenažeru (Biokineticu) ovlivní plavecký výkon na 50 m kraul u studentů UK FTVS.

Metody: Výzkumu se zúčastnilo 5 probandů 2. ročníku navazujícího studia UK FTVS. Výzkumná antropometrická data byla zjištěna pomocí testovacího zařízení TANITA. K zjištění maximální vytrvalostní svalové síly horních končetin a dalších pohybových parametrů, jsme použili přístroj Biokinetic. K zjištění maximálního plaveckého výkonu jsme realizovali plavecký test na 50 m plaveckou technikou kraul. Zájmové aktivity byly zjištěny prostřednictvím dotazníku. Data byla analyzována prostřednictvím MS EXCEL a programu NCSS 2019.

Výsledky: Z výsledků vyplývá, že posilovací cvičení na Biokineticu mělo pozitivní vliv na plavecký výkon na vzdálenost 50 m kraul v plaveckém bazénu. V analýze techniky provedení pohybových záběrů na Biokineticu jsme zjistili zvýšení záběrové frekvence, ale snížení celkové dráhy. Nárůst frekvence podle našich výsledků mělo za následek snížení celkové dráhy pohybových cyklů. U všech probandů došlo ke zvýšení výkonu ve wattech na kg hmotnosti. Hodnoty průměrného výkonu u záběru levé ruky se oproti pravé ruce u 4 z 5 probandů zvýšily. Ačkoli je pravá horní končetina všech probandů končetinou dominantní, je zajímavé, že 2 probandů vykazují vyšší silový výkon u levé horní končetiny.

Klíčová slova: Biokinetic, síla horních končetin, technika kraulu

Abstract

Title: Effect of strengthening exercises on Biokinetic to swimming performance at 50 m crawl.

Objectives: The aim of this work is to find out whether a two-month movement intervention performed on a swimming simulator (Biokinetic) will affect the swimming performance of a 50 m crawl by FTVS students.

Methods: Five probands of the 2nd year of the follow-up study at Charles University FTVS participated in the research. The anthropometric data were obtained using the TANITA testing device. To determine the maximum endurance muscle strength of the upper limbs and other movement parameters, we used the Biokinetic device. In order to determine the maximum swimming performance, we carried out a swimming test for 50 m with the crawl technique. Interest activities were identified through a questionnaire. Data were analyzed by MS EXCEL and NCSS 2019.

Results: The results show, that the Biokinetic weight training exercises had a positive influence on swimming performance at a distance of 50 m crawl in swimming pool. In the analysis of the technique of performing motion shots on Biokinetic, we found an increase in the frame frequency, but a decrease in the overall path. The increased in frequency according to our findings results in a reduction of the total path of the motion cycles. All probands experienced an increase in watts per kg of weight. The mean power of the left hand shot increased compared to the right hand in 4 out of 5 probands. Although the right upper limb of all probands is dominant, it is interesting, that 2 probands show a higher power output in the left upper limb.

Keywords: Biokinetic, upper limb force, crawl technique

Obsah

Úvod	9
1 Teoretická východiska	10
1.1 Technika plaveckého způsobu kraul	10
1.1.1 Pohyby horních končetin	12
1.1.2 Pohyb dolních končetin	17
1.1.3 Dýchání.....	18
1.1.4 Celková koordinace	19
1.1.5 Parametry plaveckého výkonu	20
1.2 Řízení pohybu.....	22
1.2.1 Proprioceptory	23
1.2.2 Řízení svalové činnosti.....	26
1.3 Svalová síla	29
1.3.1 Nespecifická svalová síla	31
1.3.2 Specifická síla.....	35
1.3.3 Transfer svalové síly do plaveckého výkonu	37
2 Cíl, výzkumné otázky, úkoly práce	41
2.1 Cíl výzkumu.....	41
2.2 Výzkumné otázky	41
2.3 Úkoly práce.....	41
3 Metodika práce	42
3.1 Charakteristika výzkumu	42
3.2 Sledované proměnné.....	42
3.3 Faktory ovlivňující sledované proměnné.....	42
3.4 Charakteristika výzkumného souboru	43
3.5 Metody sběru dat	44
3.6 Organizace a průběh výzkumu	45

3.7	Zpracování dat	47
4	Výsledky.....	48
5	Diskuse	53
6	Závěr.....	64
7	Seznam použité literatury	65
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	73

Úvod

Při výběru diplomové práce jsem si vybral oblast plavání, kterému se věnuji už velmi dlouhou dobu a mám k němu kladný vztah. Tento sport jsem nikdy neprovozoval na závodní úrovni, pouze jsem od útlého školního věku docházel na tréninky, nazvané jako sportovní plavání, kde se pilovala technika jednotlivých plaveckých způsobů. Dnes tyto lekce vyučuji. V plaveckém bazénu dodnes trávím spoustu času jako plavčík a cvičitel.

Plavecké výkony v bazénu úzce souvisí s technikou plavání a se silou, kterou plavec dokáže vyvinout pro svůj výkon. Je tedy jasné, že přirozené prostředí pro plavce je voda, ale je otázkou, zdali se dá plavecký výkon zlepšit mimo vodní hladinu. Každý sportovec chce dosahovat co nejlepších výkonů, k tomu mu slouží různé tréninkové metody, ve kterých využíváme posilovací stroje, náradí, náčiní a další pomůcky, pomocí kterých má možnost se stát ve svém sportu úspěšnější. Jako u ostatních sportů, tak i u těch plaveckých je neodmyslitelná příprava plavce, která se netýká pouze naplavaných metrů v bazénu, ale také trávením času mimo bazén, například v posilovnách.

V plaveckém tréninku za předpokladu pozitivního transferu může být do určité míry využit plavecký trenažer, který má za úkol zvýšit silové předpoklady horních končetin nebo může sloužit jako diagnostický prostředek pro plavce. Ovšem dle nastudované literatury o pozitivním transferu síly z jednoho prostředí do druhého panují u plavců nejasné názory, které jsou podloženy dalšími experimenty, jde tedy především o specifický pohyb vykonávaný plavcem též ve vodě, kde jsou pohybové záběry plavce téměř totožné. Na základě těchto nejasností jsem se rozhodl ověřit, zdali přenos síly bude mít v plaveckém výkonu pozitivní nebo negativní dopad. Tato diplomová práce se tedy bude zabývat vlivem posilovacího cvičení na Biokinetiku a jeho transferu do plaveckého výkonu.

1 Teoretická východiska

1.1 Technika plaveckého způsobu kraul

Techniku chápeme jako účelný způsob řešení pohybového úkolu, kde je řešení vybráno na základě všestranných předpokladů sportovce, které jsou v souladu s jeho možnostmi, platnými pravidly a biomechanickými zákonitostmi (Choutka, Dovalil, 1991).

Motyčka (2001) charakterizuje plavecký způsob kraul pro většinu plavců jako technicky nejnáročnější a říká, že technika plavání vychází z pravidel plavání, které vymezují 4 plavecké způsoby: motýlek, znak, prsa a kraul. Jednotlivé plavecké způsoby vymezují pravidly pohyb člověka ve vodě. Účelnou techniku si jedinec individuálně přizpůsobí, pohyb je pak reprezentován jedinečností projevu, který nazýváme stylem.

Dnešní technika plaveckého způsobu kraul je výsledkem dlouhodobého historického vývoje. Jeho počátky jsou známi již z egyptské a řecké éry o čemž svědčí i různá zobrazení z této doby, kdy se člověk snažil napodobovat pohybové záběry zvířete, které můžeme znát pod pojmem „čubička“. Plavecký způsob se do Evropy dostal v letech 1884. Velký rozvoj v plavecké technice nastal s obnovením novodobých olympijských her. V současnosti představuje nejrychlejší a energeticky nejméně náročný plavecký způsob, který je bezesporu podmíněn propriorepcí plavce, jeho technikou a optimálním svalovým úsilím. Plavec se pohybuje vpřed pomocí horních a dolních končetin, kdy horní končetiny vykonávají záběrové pohyby proti směru plavecké lokomoce a jejich přenos do přípravné fáze je veden nad vodní hladinou, což minimalizuje brzdicí účinky, dolní končetiny vykonávají kmitavé pohyby (Hofer et al., 2016).

Dle Colwina (2002) se plavecký způsob kraul vyznačuje střídavým načasováním pohybu horních končetin. Přechody mezi jednotlivými fázemi pohybu jsou plynulé.

Hofer et al. (2016), Čechovská, Miler (2008) rozlišují osm znaků účinné plavecké techniky:

1. náznakově miskovitý tvar ruky při záběrech, prsty jsou lehce pokrčeny a mírně rozevřeny,
2. úhel náběhu plavce je takový, aby opora byla co největší,
3. dráha končetin musí být taková, aby reakce opory směřovala do směru plavecké lokomoce, pohyb je veden po dráze připomínající ležatou osmičku,
4. z hlediska vytváření hnacích sil, jsou části těchto drah různě výhodné,

5. pohybový cyklus můžeme rozdělit na fázi pracovní a pomocnou, které slouží k obnově cyklu, v pracovní fázi působí plavec poměrně velkou silou, pomocná fáze je provedena uvolněně, čímž by mělo dojít k regeneraci sil,
6. rychlost plavání závisí jak na velikosti hnacích sil, tak na době, po kterou mohou tyto hnací síly působit, proto je důležité, aby plavec působil po co nejdelší dráze,
7. v přípravné fázi u kraulu dochází k pohybu paže ve směru plavání, zde musíme dbát na to, aby tento pohyb byl prováděn malou rychlostí a zaujmout takovou polohu a tvar, kterým dojde k co nejmenší ztrátě rychlosti,
8. co nejvíce vodorovná poloha plavce na hladině.

Mnoho autorů poukazuje, že plavecká technika je podmíněna:

1. antropometrickými parametry – rozměry těla plavce, které dělíme na stálé (např. hmotnost těla, délka, šířka) a proměnné (úhlové poměry segmentů těla a jeho polohu),
2. záběrovými končetinami – jako je délka a plocha končetin, tvar záběrové plochy, polohu záběrové končetiny a její úhlové poměry,
3. záběrovému pohybu – záběrový pohyb má časové a prostorové parametry. Za prostorové považujeme dráhu a směr záběrového pohybu a za časové jeho frekvenci rychlost a rytmus (Capelli et al., 1998; Hofer et al., 2016; Mcleod, 2014).

Brooks (2011) rozumí účelnou technikou efektivní plavání, kdy plavec nevynaloží mnoho energie k tomu, aby se pohyboval ve směru plavecké lokomoce prostřednictvím paží a nohou. Špatná technika je projevem spousty energie s minimálním užitekem, takový záběr má své označení, říkáme mu „Macbethovský záběr“. Charakteristické pro tento neúčelný záběr je hlučnost a velké úsilí plavce. Síla, energie nebo velikost plavce není to, co plavce ve své výkonnosti odlišuje od jiných, ale je to především schopnost tyto faktory využít ve svůj prospěch. Pozorováním plaveckých výkonů např. u plavců Michaela Phelpse nebo Ryana Lochteho vypadá pohyb velice elegantně a snadně i když plavou na hranici svého osobního maxima.

Brooks (2011) uvádí, že charakteristické pro plavce jako je Phelps nebo Lochte a další plavce, kteří disponují dobrou technikou je:

- citlivost (ve smyslu propriorecepce) – schopnost cítit jemné změny tlaku, vnímají pocity kolísání rychlosti, vnímají vliv rychlosti nebo její nedostatek, vědí, kdy zabrat, kterým směrem a jak zabrat,
- pozornost – kontrola těla ve vodě, plavci jsou schopni číst signály, které jim tělo vysílá,

- uvolněnost (flexibilita) – uvolněnost svalů ve fázi, kdy tělo neposouvají směrem dopředu,
- ohebnost – dobrý rozsah v kloubech,
- koordinace – cit pro použití správných svalů a jejich využití při dané rychlosti,
- přístup – ochota zkusit nové věci až do zautomatizování,
- kondice – síla a dobrá kondice je pro techniku a plavecký výkon nezbytná.

Úroveň plavecké techniky významně ovlivnila výkonnost plavání. Některé ze složek, jako je například součet propulzní fáze paží v pohybovém cyklu, rychlosti tempa, koordinace pohybu paží mají velký vliv na výsledky v plavání na vzdálenost 25 až 100 m. Musíme vzít v úvahu, že některé antropometrické charakteristiky jako je například výška těla, rozpětí paží nebo tělesná hmotnost mají do značné míry vliv na techniku plavání (Jürimäe et al., 2007; Strzala, Tyka, 2009).

1.1.1 Pohyby horních končetin

Paže se pohybují po uzavřené křivce střídavým pohybem v určité časové posloupnosti, kdy plavec provede v průběhu jednoho cyklu horních končetin jeden cyklus pravou a jeden cyklus levou končetinou. Paže se přenášejí uvolněné a většinou pokrčené vzduchem vpřed. Ve fázi, kdy plavec protíná hladinu, by neměla být dráha paže, která prochází až do úplného napnutí příliš dlouhá, aby nedošlo k brzdícím účinkům. Doba plaveckého cyklu a jeho fázi je závislá na délce trati a individuálnímu stylu plavce. V plaveckém způsobu kraul vytváří pohyby horních končetin rozhodující hnací sílu. Vzhledem k tomu, že záběr paží pokrývá cca 80 % z celkového výkonu, je třeba, aby paže byla položena do vody v takové poloze, ve které je plavec schopen vyvinout velkou sílu. Největší význam přikládáme ruce, jelikož má při záběru velký význam. Ruka má velkou plochu, může měnit tvar a pohybuje se co možná největší rychlostí (Hofer et al., 2016; Čechovská, Miler, 2008).

Zapojení jednotlivých svalů rozdělil Mcleod (2014) do fází, kterými prochází horní končetiny u plaveckého způsobu kraul, zejména fáze záběrová a fáze přenosu, kdy by měla být paže relaxována.

Začínáme fází záběru, kdy se horní končetina dostává vlivem rotace lopatky do prodloužení plavcova těla. V počínající fázi záběru se pohybu účastní zádový a prsní sval, oba svaly vyvíjejí velké množství síly potřebné k záběru. Zápěstí je po dobu záběru mírně ohnuté, tuto činnost mají na starost ohýbače zápěstí. Na základě činnosti ohýbačů lokte se loket dostává z natažení do flexe cca 30° a poté se vrací do extenze. Ve fázi odpočinku jsou

zapojeny svaly rotátorové manžety sval deltový. Tyto svaly vytahují v oblasti kyčlí horní končetinu z vody. Pohyb horních končetin u kraulu je prováděn tak, že jedna paže zabírá a druhá je ve fázi odpočinku (relaxovaná). Ve fázi záběru a odpočinku plní funkci stabilizátorů stejné svalové skupiny.

Stabilizátory lopatky:

- malý sval prsní, rombické svaly, zvedač lopatky, střední a dolní část svalu trapézového, přední sval pilovitý.

Stabilizátory středu těla:

- přímý břišní sval, vnější a vnitřní šikmý břišní sval, příčný břišní sval, vzpřimovač páteře.

Detailnější popis svalů účastnících se fáze záběru a odpočinku, které uvádí Mcleod (2014):

- loketní ohýbač zápěstí,
- vřetenní ohýbač zápěstí,
- podklíčková část velkého prsního svalu,
- široký sval zádový,
- pažní sval,
- dvojhlavý sval pažní,
- trojhlavý sval pažní,
- sval deltový,
- svaly rotátorové manžety (nadostenový, podostenový, malý sval oblý a podlopatkový).

Dle Hofera et al. (2016) se práce horních končetin v průběhu plaveckého cyklu dělí do několika fází, které byly určeny na základě pohybu ruky vzhledem k vodnímu prostředí:

- přípravná fáze,
- přechodná fáze,
- záběrová fáze a přitažení,
- záběrová fáze a odtažení,
- fáze vytažení,
- fáze přenosu.

Jednotlivé fáze na sebe v průběhu plaveckého cyklu navazují, podmiňují se a jsou vykonávány pravou a levou horní končetinou zvlášť. Záběr jedné ruky je ukončen ve chvíli,

kdy je druhá ruka v přípravné fázi. Rychlost, jakou na sebe jednotlivé fáze navazují je dána délkou plavecké vzdálenosti a úsilím plavce. U krátkých tratí na sebe pohyby navazují rychleji a často se stává, že menší plavci plavecké záběry zkracují pro vyšší frekvenci.

1.1.1.1 Fáze přípravná

Přípravná fáze navazuje na fázi přenosu a je pro ni charakteristické protnutí hladiny prsty vpřed do směru dráhy plavce. Ruka se zasouvá do vody v ose ramenního kloubu v pořadí prsty, předloktí, loket, dlaň směřuje směrem dolů. Ruka se v této fázi dostává do situace, kdy plaveckou lokomoci brzdí, tudíž je důležité, aby ruka měla co možná nejvýhodnější tvar a výhodnou polohu. Dráha, po kterou jde ruka vpřed, by neměla být velká, aby minimalizovala plavcovi brzdící účinky. Plavec zasouvá ruku do vody co možná nejdále. Doba přípravné fáze trvá přibližně 0,1-0,3 sekundy. Doba trvání je závislá na intenzitě plavání a individuálním stylu. V průběhu celého cyklu je nejvariabilnější. Svaly, které se později účastní další fáze, jsou ještě relaxovány. Na konci přípravné fáze dominuje směr pohybu dolů nad směrem vpřed (Hofer et al., 2016).

Dle Alili (2013) ruka vstupuje do vody pod ostrým úhlem, nejprve dlaň s nataženými prsty, poté předloktí, loket a paže, dopředu, před hlavu kolem podélné osy těla nebo v šířce ramen. Protnutí hladiny prsty se shoduje s rotací těla kolem podélné osy na protější straně a sklon těla je roven cca 10-30°, což je způsobeno dokončením záběru ve vodě protější ruky. Když se paže před hlavou dostane do extenze sklon těla je roven 0°.

1.1.1.2 Přechodná fáze

Zde se plavec dostává z fáze brzdící do fáze záběru. Přechodná fáze je velmi krátká a také nejrychlejší, její rychlost je pod 0,1 sekundu. V této fázi převažuje pohyb rukou směrem dolů. Plavec musí v krátkém časovém intervalu splnit mnoho úkolů, aby byl záběr efektivní, a to je pro některé plavce obtížné. V této fázi může plavec ze svých pocitů usuzovat, že ruka se při změně úhlu dostává z relaxované fáze do fáze uchopení proudem vody, což je spouštěcí signál pro zahájení záběrového úsilí a brzdící účinky se mění na hnací. Některá měření, která v minulosti proběhla, ukázala, že rychlý nárůst svalového úsilí je projevem vynikajících plavců. A doplňuje, že typickým projevem vynikajících plavců je nejen rychlost nárůstu svalového úsilí, ale také efektivní technika. Ovšem z hlediska didaktiky preferujeme techniku provedení (Hofer et al., 2016).

1.1.1.3 Záběrová fáze

Záběrová fáze se dělí na dvě části, kde dochází k pohybu proti směru plavecké lokomoce a je určující hnací silou v plaveckém výkonu. V záběrové fázi máme prsty lehce od sebe nebo u sebe, aby nedošlo k protékání vody mezi prsty a ztráty záběrového efektu.

Záběrovou fázi označujeme jako fázi pracovní, doba této fáze trvá 0,4-0,5 sekundy a považujeme ji za nejstabilnější fázi pohybového cyklu. Nejprve se ruka pohybuje směrem dolů vně od podélné osy těla plavce. Pohyb ruky se rovná esovité křivce, v jejímž průběhu plavec plynule přechází do fáze otláčení a následné extenzi paže (Hofer et al., 2016).

Maglischo (2003) ve své publikaci uvádí, že podle trenéra doc. Jamese Counsilmana by mělo dojít nejprve k dosažení polohy vysokého lokte a poté by měla být zahájena propulze, tímto bychom měli docílit efektivního plaveckého záběru.

První část záběru označujeme jako fázi přitažení, náběžnou hranou v této fázi je palcová strana ruky. Pohyb ruky je veden směrem dolů. Po dosažení maximální hloubky, dochází k flexi v loketním kloubu, současně s tím dochází k vnitřní rotaci ramenního kloubu, které je doprovázeno elevací lopatky. Flexe v loketním kloubu by se měla pohybovat okolo 90°-120°. Pokud dojde k naplnění všech podmínek, plavec bude moci do záběru zapojit i plochu předloktí označovanou jako vysoká poloha lokte. Cappaert (1999) dospěl k závěru, že úhel loktu je zásadním faktorem ovlivňující výkon a na základě studií, které se účastnilo devět účastníků, došel k průměrné hodnotě 106°. Podobnou studii s menším počtem probandů (pět) provedl Payton et al. (2002), kde získali průměrnou hodnotu 105° pro úhel v loktu. Po dokončení fáze přitažení, se paže opět natahuje a dochází k její extenzi, tuto fázi nazýváme odtlačení. Ruka se pohybuje směrem pod tělo a její náběžná hrana se v průběhu záběru mění, v této fázi je náběžnou hranou malíček. Ke konci této fáze dochází k pohybu ruky směrem nahoru a následné extenzi paže. Během odtlačení, kdy osa ramen a vody svírá úhel 40°-50°, se ramenní osa dostává zpět do vodorovné polohy a následuje zahájení záběru druhé paže (Hofer et al., 2016).

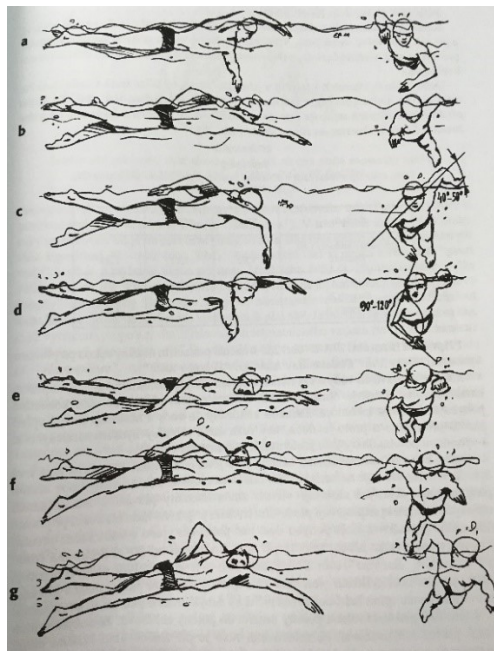
1.1.1.4 Fáze vytažení

Pro tuto fázi je charakteristický pohyb ruky nahoru k hladině, kdy dochází k brzdícím účinkům. Doba vytažení je velmi krátká, přibližně 0,1 sekundy a méně. Poloha ruky je dána okolní proudící vodou. Svaly, které se účastnily záběru, jsou v této fázi relaxovány. Nad vodu se nejprve dostane loket a dlaň. Pohyb by měl být silný, ale bez výrazného trhnutí, jelikož se shoduje s pohybem kyčle a rotací těla na opačné straně (Hofer et al., 2016; Alili, 2013).

1.1.1.5 Fáze přenosu

Fáze nastává tehdy, jeli dokončen záběr a vytažení paže z vody. Pohyb paže je veden nad hladinou, přenos by měl být uvolněný a koordinovaný a trvá 0,4-0,6 sekundy. Charakterizující pro tuto fázi je vlnící ruka. Dráha, po kterou je paže přenášena by měla být taková, aby tvořila vhodné podmínky pro další pohybový cyklus. Přenos paže je možný ve dvou variantách. Záleží na tom, jaký má plavec rozsah ramenního kloubu. Plavci mající menší rozsah přenášejí paži poměrně nízko nad hladinou a končetina je natažená, plavci s velkou pohyblivostí v loketním kloubu se snaží vést loket po nejvyšší dráze, tím dochází ke kyvadlovitému pohybu ruky a předloktí (Hofer et al., 2016). Rovněž Alili (2013) definuje dvě varianty přenesení paže nad vodou a doplňuje, že rychlost přenosu nesmí být vedena velmi pomalu ani velmi rychle. Rychlost přenesení by se měla postupně zvyšovat, než se ruka dostane do přípravné fáze.

S přenosem paže úzce souvisí i plavecké dýchání. Nádech při kraulu je veden do strany té paže, u které dochází k přenosu, a to v momentě, kdy je paže vytahována z vody. Provádí se mírnou rotací ramen kolem podélné osy a vytočením obličeje do strany. Jak je zobrazeno na obrázku č. 1, s dokončením přenosu se obličej dostává zpět do vody a osa ramen se na okamžik dostane do vodorovné polohy.

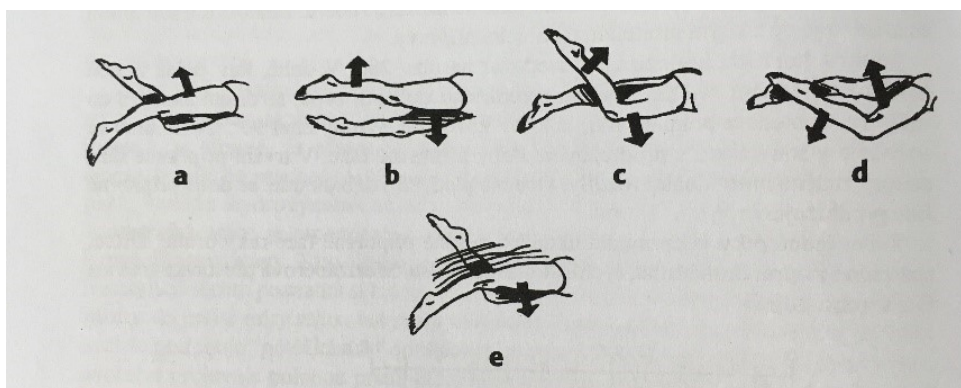


Obrázek č. 1. Kraulový záběr horních končetin (Hofer et al., 2016)

1.1.2 Pohyb dolních končetin

Dolní končetiny vykonávají střídavé vlnivé kmitání. Pohyb by měl být přibližně v rozsahu 50 cm, další autor uvádí rozsah pohybu 50-80 cm. Motyčka (2001) uvádí rozsah pohybu okolo 40 cm. Chodidla jsou propnutá a špičky palců směřují k sobě. Pohyby usnadňují rovnováhu, správné držení těla, pozici a hrají důležitou úlohu pro zachování správné koordinace. Tyto pohyby jsou plynulé a představují sled pohybů, které začínají v kyčelním kloubu a postupně přecházejí až do kloubu hlezenního. Malá plocha nártu a nízká pohyblivost hlezna nedovoluje takové hnací síly jako při pohybu horních končetin. Tento kop nazýváme kopem kraulovým (Čechovská, Miler, 2008; Hofer et al., 2016; Maglischo, 2015).

Způsob provedení kraulového kopu je po mnoho let téměř totožný. Jak bylo uvedeno výše, dokumentují se změny pouze v rozsahu pohybu dolních končetin, popis průběhu kopu zůstává stejný. Většina autorů se zaměřuje na cyklus jedné končetiny, u které následně popisují průběh pohybu. Za začátek pohybového cyklu považují okraj dolní končetiny. Dolní končetina je propnutá a přesahuje podélnou osu těla, nártu směřují co nejvíce dovnitř. Poté se celá končetina pohybuje nahoru, je natažená a pohyb je prováděn malým úsilím. Maglischo (2016) uvádí, že při pohybu dolní končetiny směrem nahoru nevytváří plavec propulzní sílu a tento pohyb vnímá spíše jako brzdící pohyb v plavecké lokomoci. Kop dolní končetinou nahoru, směrem k hladině je velmi krátký. Následuje pohyb dolů, který označujeme za pohyb propulzní je započat flexí v kyčelním kloubu. Svalstvo, které ovládá bérce a nohu je stále uvolněné, noha směřuje vzhůru, následně dojde k ohnutí končetiny v kolenním kloubu. Poté dochází k pohybu, který můžeme charakterizovat jako bičový pohyb, ve kterém se kolenní kloub nachází v extenzi, viz obrázek č. 2. Pohyb dolních končetin, nejenom stabilizuje tělo, ale také napomáhá plaveckému dýchání (Hofer et al. 2016; Maglischo, 2016).



Obrázek č. 2. Kraulový kop (Hofer et al., 2016)

Zvládnutí techniky kopu je závislé na svalstvu dolních končetin. Pohyb nohy je regulován proudící vodou. Dobří plavci se vyznačují značným rozsahem v hlezenním kloubu. Cyklus dolních končetin trvá přibližně třetinu doby cyklu horních končetin, tzn., že jeden cyklus paží je roven šesti kopům, který označujeme jako šesti úderový. Je důležité si uvědomit, že pohyb končetinou nahoru a dolů je jeden cyklus, u horních končetin je jeden cyklus roven záběru obou paží. Šesti úderový kraul je nejvýhodnější pro plavce, kteří plavou 50-200 m. Šesti-úderový rytmus je pro plavce přirozeným rytmem. U plavců, kteří zdolávají delší vzdálenosti, nedochází k pravidelným kopům a práce jejich nohou není příliš výrazná (Hofer et al., 2016).

Dle Brookse (2011) se během kraulového kopu zapojují tyto svaly:

- bedrokyčelní sval,
- přímý sval stehenní,
- čtyřhlavý sval stehenní,
- hýžďový sval, především velký a střední sval hýžďový,
- hamstringy (dvojhavý sval stehenní, pološlašitý a boloblanitý sval),
- trojhalvý sval lýtkový.

Brooks (2011) jako u pohybu horních končetin dělí pohyb na dvě fáze, záběrovou a odpočinkovou. Bedrokyčelní a přímý sval stehenní ohýbají kyčli ve fázi záběru. Přímý sval stehenní způsobuje napnutí dolní končetiny v koleni, v průběhu záběrové fáze se přidávají ostatní části kvadricepsu (vnější, vnitřní a prostřední široký sval). V odpočinkové fázi se zapojují hýžďové svaly a hamstringy, svaly jsou extenzory kyčelního kloubu. Trojhlavý sval lýtkový působí v průběhu celého kopání, kdy je chodidlo v plantární flexi, na polohu chodidla má také vliv tlak vody v průběhu záběrové fáze.

1.1.3 Dýchání

Plavec provádí nádech v době, kdy paže na straně nádechu dokončila záběr a druhá paže ho ještě nezačala. Nádech provádíme u hladiny v krátké mezizáběrové přestávce, v tento moment je usnadněn sestupnou vlnou, která se tvoří před hlavou. Hlava plavce je mírně otočena vzad, tak aby brada směřovala k rameni, tzn., že nádech ve vodě je prováděn s polovinou brýlí a polovinou úst pod hladinou. Výdech je úplný, postupný a provádíme ho ústy i nosem. Záleží na plavci, jaký zvolí rytmus dýchání, jestli na jeden nebo více pohybových cyklů. Dýchání je do značné míry ovlivněno plavanou vzdáleností, kdy sprinteři nebo finišující plavci překonávají delší úseky bez nádechu. Například plavci na 50 m, dle

shlédnutých videozáznamů neprovádí nádech v pravidelném rytmu, ale snaží se o co možná nejmenší počet nádechů. V roce 2018 na evropském šampionátu ve finále na 100 m a v roce 2019 na TYR Pro v Richmondu na 100 m a 200 m trati zvolili téměř všichni plavci nádech na jeden cyklus horních končetin. Tzn., že plavci provádějí nádech na levou stranu, následuje záběr pravou rukou, během nebo spíše na konci záběru vydechne a opět dochází k nádechu na levé straně. K vidění jsou ale také nádechy na jeden a půl cyklu a méně časté na dva cykly horních končetin. Plavci, kteří využívají nádechu na každý pohybový cyklus, oslabují záběr stejné paže, čímž může dojít vychýlení polohy na stranu nádechu. Z toho vyplývá, že pro plavce je mnohem výhodnější jeden a půl cyklové dýchání (Brooks, 2011; Hofer et al., 2016).

Dle Maglischa (2015) je počet nádechů během uplavané tratě zásadní, hlavním důvodem je náročná koordinace. Plavec by se tak měl snažit snížit počet nádechů na minimum, ovšem v závislosti na plavané vzdálenosti. Na nejkratších plavaných tratích do 100 m se plavci nadechují méně než v pravidelné koordinaci horních končetin. Na tratích nad 100 m, tzn. 200-1500 m se plavci nadechují na každý pohybový cyklus horních končetin. Vrcholoví a mladí plavci jsou schopni uplavat 25-50 m bez nádechu. Dle Colwina (2002) je nádech prováděn během přirozené rotace těla kolem podélné osy.

1.1.4 Celková koordinace

Dle Periče a Dovalila (2010) je koordinace schopnost přesně realizovat časoprostorové složité pohyby. U kralu je to souhra horních končetin a plaveckého dýchání s dolními končetinami. Z dlouhodobého sledování vím, že pro začínající plavce je sladění těchto pohybů velice náročná činnost a vyžaduje dostatečný trénink. Většinou nevzniká problém se souhrou horních a dolních končetin, ale s celkovou souhrou horních končetin a plaveckého dýchání a dolních končetin. Plavecký způsob kraul je z tohoto důvodu považován za složitý. Kdybychom porovnávali kraul s plaveckým způsobem znak, snadno zjistíme, že hlava je ve stejné pozici, nikam se nevytáčí, tzn., že obličejová část je u znaku nad hladinou a dýchání je tak snazší.

V souhře dle Colwina (2002) jde o několik zásadních momentů při celkové souhře horních a dolních končetin. Jako mnoho autorů i Colwin (2002) uvádí, že pohyb paží začíná protnutím hladiny. Tuto fázi označuje též jako přípravou, která musí být efektivní, jelikož chyba v této fázi způsobí neefektivní záběr ve fázi přitažení. Důležitá je poloha vysokého lokte, která umožňuje volný průchod zápěstí. Dále se zmiňuje o fázi, kdy jedna paže je ve fázi přechodné, druhá ve fázi odtlačení. Dle autora, je důležité správné načasování práce paží. Po

dokončení záběru nastává fáze vytažení ramene. Dále končetina vykonává pohyb vpřed se sklopeným předloktím. Dolní končetiny mají funkci vyrovnávací.

Pohybový stereotyp, střídání pohybů horních a dolních končetin není pro plavce až tak náročné, za koordinačně náročné se ukazuje sladění pohybu horních končetin a plavecké dýchání. Plavecké dýchání, nádech je proveden v mezizáběrové přestávce, kdy jedna paže dokončuje a druhá paže zahajuje záběr. Ve vyučovacím procesu dochází nejprve ke zvládnutí činnosti horních a dolních končetin a poté koordinace horních končetin a plaveckého dýchání, v poslední fázi přecházíme ke zvládnutí a sladění celkové koordinace horních, dolních končetin a dýchání (Jurák, Pánek, Požgayová, 2011).

1.1.5 Parametry plaveckého výkonu

Mezi nejběžnější parametry řadíme fyziologické parametry, které sledujeme před výkonem, během výkonu a po výkonu. Mezi tyto parametry například řadíme srdeční frekvenci nebo koncentraci laktátu po výkonu, metabolické parametry. U metabolických parametrů zjišťujeme hodnoty aerobního a anaerobního metabolismu a antropometrické parametry, do kterých řadíme tělesnou výšku, hmotnost a tělesné složení. Plavci dosahující vysoké výkonnosti se vyznačují nízkým podílem tělesného tuku, elitní plavci se vyznačují vyšší hmotností i tělesnou výškou. Sledování parametrů můžeme u plaveckého výkonu probíhat na suchu nebo ve vodě, mezi základní parametry výkonu řadíme – čas, dráha, frekvence (Seliger, Bartůněk, 1976; Máček, Máčková, 1995).

1.1.5.1 Sledování parametrů výkonu na Biokineticu

Pro sledování parametrů výkonu na suchu můžeme u plavců využívat plavecký trenažer Biokinetic, který je také vhodný pro rozvoj síly. Plavecký trenažer je brzděn izokineticky, brzdivá síla vzrůstá při snaze překročit rychlost, kterou jsme nastavili, v opačném případě je brzdivá síla nulová. Biokinetic dává celou řadu informací jako je frekvence záběrů, celkový čas, celková dráha, ale také dráha pravé a levé ruky, celková práce, průměrná práce, průměrný výkon na kg hmotnosti. Tyto informace se zaznamenávají do počítače, který je následně vyhodnotí (Horčic, Böswart, 1997).

Celková dráha definuje uplavanou vzdálenost, která je dána činností pravé a levé horní končetiny. Biokinetic nám umožňuje zjistit nejen celkovou dráhu, ale zvlášť dráhu vykonanou pravou a levou rukou.

Výkon na kilogram hmotnosti, označují výkon jednoho záběru na kg hmotnosti jedince, který se hodnotí ve wattech. Dle Plachety (1999) vyjadřujeme index výkonnosti jak v hodnotách absolutních (W), tak v hodnotách relativních, které vyjadřujeme ve $W \cdot kg^{-1}$.

Mnoho autorů se již zabývalo testováním aerobních předpokladů plavců obou pohlaví napříč věkovými kategoriemi. Nespecifické aerobní testy využívají ergometrii horních a dolních končetin, např. bicyklový ergometr. Aerobní testy jsou u plavců prováděny na plavecké lavici (Swaine, Winter, 1999).

1.1.5.2 Sledování parametrů plaveckého výkonu

Parametry určující plavecký výkon jsou svým způsobem určující a podmiňují dosažený čas v plavání.

Formánek a Horčic (2002) sdělují, že frekvence záběrů je vyjádřena počtem záběrových cyklů, které plavec provede za minutu (počet záběrů/min.) v průběhu plavání, a to bez obrátek a startů, který by tento počet mohly ovlivnit. Frekvence se pohybuje zhruba v rozsahu 5-55 cyklů/min. Frekvence společně s délkou posunu těla za jeden záběr patří mezi významné biomechanické faktory. Dle výzkumů můžeme říct, že rychlejší plavci plavou při malých i velkých rychlostech s větší délkou záběru, tím mohou zkrátit záběr a frekvence záběru může být vyšší.

U biomechanických parametrů jako frekvence a délka záběru určující pro rychlost plavání v závislosti na pohlaví, délce tratě a fázi závodu. Pro sprintery je typickým znakem vyšší frekvence záběrů s kratší dráhou záběru, naopak u dlouhých tratí se frekvence záběrů snižuje a prodlužuje se délka záběru. Vliv na délku záběru, frekvenci a individuální projev techniky mají antropometrické charakteristiky plavce (Pelayo et al., 2007).

Pro dosažení nejrychlejšího času je důležitá frekvence záběrů, ale pouze tehdy, kdy plavec nebude protrhávat vodu. Proto je důležité, aby plavec při zvýšené záběrové frekvenci vodu správně uchopil (Olbrecht, 2000).

Na základě studií bylo zjištěno a též potvrzeno, že znalost biomechaniky má velký význam v technice plavání, ale také může minimalizovat energetický výdej při realizaci pohybového úkolu. Technicky správné provedení má minimální nároky na energii, dochází k tzv. racionalizaci (plavec vydává právě tolik úsilí kolik je třeba). Také se předpokládá, že se snižující se vzdáleností vzrůstá silová výkonnost (Pelayo et al. 2007; Morouco et al. 2011; Perič, Dovalil, 2010).

1.2 Řízení pohybu

Pro řízení pohybu je důležitá jak postojová motorika, tak cílená motorika, všechny tyto pohyby zajišťuje motorický nervový systém. K motorickému systému patří z hlediska funkční anatomie motorické jednotky mícha, motorická centra mozkového kmene, mozeček, motorická centra thalamu, bazální ganglia a motorická kůra hemisfér. Vyšší motorická centra, supraspinální a korová vydávají rámcové motorické povely a nižší, spinální motorická centra specifikují detail pohybu. Postojová motorika je řízena hybnými centry mozkového kmene, především retikulární formací. Páteřní mícha je nervová trubice v páteřním kanálku s šedou hmotou, okolo ní je bílá hmota, která je neúplně rozdělena na dvě postranní rýhy. Do zadní postranní rýhy vstupují dostředivé dráhy z míšních uzlin zadními kořeny míšních nervů, které vedou vzruchy z periferie od proprioceptorů. Z přední postranní rýhy vstupují odstředivé dráhy předními kořeny míšních nervů, která inervují příčně pruhovanou svalovinu. Páteřní mícha zajišťuje svalový tonus, ten dělíme na klidový a reflexní. Informace pro reflexní svalovou činnost přichází z proprioceptorů a exteroceptorů. Pro vykonání pohybu pak hraje důležitou roli reflexní oblouk, který je složen z receptoru, aferentní – dostředivé dráhy, centra CNS, eferentní – odstředivé dráhy a efektoru (svalu), (Ross, Leveritt, 2001; Dylevský, 2009).

Receptory hrají významnou roli v cílené řízené motorice. Centrální nervový systém dostává informace prostřednictvím receptorů o stavu pohybové soustavy a je považován za spouštěče pohybu svalu. Receptory, jak bylo zmíněno, jsou jednou ze základních složek reflexního oblouku. Z anatomického hlediska můžeme určit tři hlavní stavební složky receptorů a to: aferentní nervové vlákno, terminální nepouzdržené nervové vlákno a specifické smyslové buňky. Receptory můžeme rozdělit například na fyzikální a chemické. Mezi fyzikální receptory řadíme mechanoreceptory, termoreceptory a radioceptory, do chemických receptorů patří pouze mechanoreceptory. Z anatomického hlediska se receptory dělí na svalové proprioceptory, kožní exteroceptory, interoceptory, receptory pro zrak a další. Vnímání informací z povrchu těla nám zajišťují exteroceptory, prostřednictvím proprioceptorů dostáváme informace z vnitřního prostředí (Rokyta, 2016; Dylevský, 2009).

Adaptační schopnost receptorů je dána vlastnostmi dráždivé membrány a dalšími neuronovými přenosy. Na počátku stimulace některé receptory vykazují nejvyšší vzruchovou aktivitu, která pak postupně klesá a tím dochází k adaptaci receptoru. U jiných zaznamenáváme frekvenci akčního potenciálu konstantní. Další se neadaptují, např. svalová vřetenka. Informace, které získáme, jsou v receptorech zaznamenány (Friedlová, 2014).

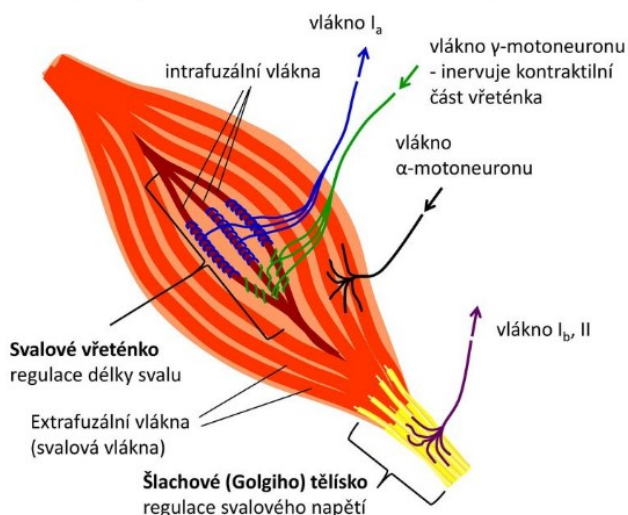
1.2.1 Proprioceptory

Vliv aferentních vstupů z celého těla, informace z telereceptorů je zásadní pro řízení motoriky, čemuž odpovídá termín senzomotorika. Senzomotorické aspekty zahrnují taktilní čítí, propiocepci a další (Kolář et al., 2009).

Propriocepce chápeme jako schopnost vnímat polohu i pohyb těla a jeho částí v prostoru. Má významnou úlohu při pohybu, který by měl být koordinovaný a přesný. Právě tyto aspekty jsou jednou z rozhodujících složek plavecké techniky a mají vliv i na celkový rozvoj plavce od útlého dětství. Jelikož už v mládí dochází ke vnímání různých pocitů, kde kromě propiocepce využíváme například i exteroceptory (Dylevský, 2009).

Proprioceptivní neboli napínací reflexy patří mezi hluboké receptory, zajišťují a řídí svalové napětí a jsou mono-synaptická, kde jsou informace přenášena somato-senzorickými vlákny typu Ia. Receptory jsou svalová vřetenka a šlachová tělíska viz obrázek č. 3 (Dylevský, 2009).

Proprioceptory - Svalové vřetenko a Golgiho tělísko



Obrázek č. 3. Svalové vřetenko, šlachové tělísko (Netrval, 2019)

Svalové vřetenko je složeno z 6-8 tenkých svalových vláken o délce 2-10 mm. Vláknum svalového vřetenka říkáme intrafuzální a jsou uspořádána paralelně k extrafuzálním svalovým vláknům, tedy vláknům kosterní svaloviny, která jsou inervována α -motoneurony. Intrafuzální svalová vlákna jsou inervována motorickými ploténkami γ -motoneuronů. Střední část vřetenka obsahuje dentritické zóny periferních ramének aferentních axonů převážně vlákna typu Ia. Vřetenka registrují natažení svalu a prostřednictvím dostředivých axonů přímo ovlivňují α -motoneurony stejného svalu a jeho synergistů. Čím více je sval protažen, tím je větší podráždění ve svalových vřetencích. Dochází zde k tzv principu reciproční inervace –

část dostředivých vláken, které přicházejí ze svalových větének je zapojena na α -motoneurony antagonistických svalů, čímž dochází při kontrakci k zapojení agonistů a ke ztlumení antagonistů. K aktivaci α -motoneuronů může také dojít při kontrakci intrafuzálních svalových vláken, tato dráha je označována jako γ -klička. Ze svalového věténka přicházejí signály, které se podílejí na tělesných funkcích jako jsou: míšní a supraspinální motorické reflexy, vnímání polohy, pohybů těla, kontrola a koordinace (Rokyta, 2016; Dylevský, 2009).

Golgiho šlachová tělíska jsou drobné receptory, které jsou tvořeny několika svazky kolagenních vláken a jsou uložena v průběhu vazů šlach a kloubních pouzder. Šlachová tělíska jsou aktivována při protažení svalu a při svalové kontrakci a jsou citlivější na svalovou kontrakci než na pasivní protažení šlachy. Tělíska zaznamenávají natažení šlachy a chrání kosterní sval před přetažením, informace o natažení je vedena Ib aferencí na míšní interneurony, kde dochází k inhibici aktivity alfa motoneuronů stejného svalu. Rovnováha mezi gama kličkou a inhibičním reflexním obloukem šlachového tělíska je základem pro přesné a jemné sjednocení míšní reflexní aktivity (Rokyta, 2016; Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009).

Kloubní receptory prostřednictvím změny napětí v kloubním pouzdru nepřímo ovlivňují funkci svalu. Z receptoru se šíří statické a dynamické informace, jsou to jednak informace o nastavení úhlu jednotlivých segmentů kloubu a změnách rychlosti pohybu v kloubu. Senzitivní nervová vlákna vedou informace o poloze, rychlosti, směru pohybu a o stupni napětí pouzdra a vazů. Autonomní nervová vlákna regulují průsvit cév a inervují hladké svalstvo cév kloubního pouzdra (Véle, 2006).

Propriocepce může být ovlivněna několika faktory, jako je věk, klinické poruchy, poranění, svalová únava nebo svalová bolest. Věda stejně jako běžné zkušenosti, naznačují, že únava zhoršuje motorickou výkonnost a motorické řízení z hlediska koordinace, přesnosti, rovnováhy a dalších. Dopad svalové únavy na proprioceptivní svalovou únavu má za následek snížení maximální kapacity generovat sílu nebo výkon. Svalová únava je spojena se zhoršením motorického výkonu, která zahrnuje vnímání zvýšeného úsilí o udržení práce a případnému selhání v důsledku snížení kapacity síly (Vøllestad, 1997).

Abychom se zlepšovali, získávali informace o provedeném pokusu nebo výkonu, je důležitá zpětná vazba, hodnocení výkonu. Informace jedinec získává během a po provedení úkolu. Rozeznáváme dva typy zpětných vazeb, vnitřní a vnější. Vnitřní je charakterizována sportovcem, který přijímá informace v reálném čase prostřednictvím sensorických mechanismů, jako jsou exteroceptory a proprioceptory. Prostřednictvím těchto mechanismů je jedinec schopen pohyb regulovat nebo přizpůsobit výkon co nejvíce modelovému provedení.

Vnější zpětná vazba je nazývána jako umělá, jedná se o informace, které nám podává trenér. Vnější zpětná vazba doplňuje vnitřní zpětnou vazbu (Swinnen, 1990).

Autonomní inervace svalových proprioceptorů je spojená s vlivem sympatiku na funkce svalového vřetenka, jehož signály se podílejí na tělesných funkcích, jako jsou kontrola a koordinace pohybů, vnímání polohy a pohybu těla a další. Gama motoneurony spolu se změnami v aktivitě svalového vřetenka, která jsou vyvolána sympatikem zprostředkovávají dráždivost alfa motoneuronů, to má za následek ovlivnění svalového tonu. Zvýšený tonus má vliv na kvalitu motorické kontroly a kinestezie. Sympatický systém má vliv na svalové vřetenko a představuje součást centrálního motorického programu (Kolář et al., 2009).

1.2.1.1 Propriocepce v plavecké lokomoci

Pro plavce ve vodě je nemožné vidět všechny části jeho těla, znát jeho směry a úhly, ve kterých se pohybuje, a proto je učení se novým dovednostem obtížné. Důležitou úlohu v procesu motorického učení hrají kognitivní procesy, jako je např. vnímání nebo pozornost, které tento proces ovlivňují a na jehož základě plavci získávají správnou plaveckou techniku. Sensorické receptory (vizuální, sluchové nebo senzomotorické) jsou primární podmínkou pro učení a jsou zodpovědné za změnu nebo úpravu polohy těla. Mají význam zejména na krátkých vzdálenostech. Například, když se plavec chystá skočit šipku z bloku do vody je důležitá jeho reakce, schopnost produkovat co největší sílu k odrazu, aby plavec dosáhl co největší vzdálenosti při zachování úhlu těla. Při sledování plaveckých závodů si můžeme při odstartování u plavců všimnout, že než dopadnou do vody, dochází k prohnutí v zádech, čímž může dojít k delšímu pohybu ve vzduchu a dopadu do vody pod určitým úhlem. Budování sportovní techniky na vědeckém základě vyžaduje podmínky, které mají vliv na vytvoření správného motorického vnímání dané dovednosti. Mezi nejdůležitější podmínky v oblasti motorického učení patří vizuální, sluchové a senzomotorické (Elbrahawi, 2014).

Studie, která byla zaměřena na start a jeho průběh u závodních plavců ukázala, že jejich celkový čas může být následkem špatného provedení startu, zpožděnou reakcí a krátkou letovou vzdáleností ve vzduchu před dopadem do vody a stejně tak krátkou vzdáleností pod vodou. Úhlové vjemy kloubů a pocit letové vzdálenosti, místa a motorické řízení jsou důležitými faktory pro správné zvládnutí dovednosti a přispívají k minimálnímu odporu plavcova těla ve vodě. Na základě těchto zjištění byla provedena studie, zabývající se senzomotorikou, výzkumu se účastnili dvě skupiny plavců, z nichž jedna byla kontrolní a druhá experimentální. Program byl zaměřen na vnímání vzdálenosti, místa, rychlosti, vnímání úhlových rozdílů ramenního kloubu, kyčelního a kolene, vnímání času a směru.

Výsledky ukázaly, že mezi skupinami ve všech proměnných došlo k výraznému zlepšení. K velkým rozdílům došlo především u vnímání kloubu ramenního, minimální rozdíl byl mezi skupinami u startovního času (Elbrahrawi, 2014).

Studie Figueredo et al. (2012) zaměřená na účinky plavecké únavy zjistila, že svalová únava, rozsah pohybu a propriocepce v ramenním kloubu jsou faktory, které mají dopad na plavecký výkon. Při testování deseti plavců na 200 m volným způsobem ve věku cca 21 let s 11letou soutěžní praxí se zjistilo za využití několika kamer, že při výrazném poklesu biomechanických a koordinačních parametrů došlo u plavců k únavě. Rychlost pohybu se snížila téměř o 14 %, frekvence záběru o 5 % a délka záběru o necelých 7 % se zvýšením hladiny laktátu v krvi o 11 mmol/l. Dále ve svém výzkumu zjistili, že fáze pravé horní končetiny trvala déle než fáze u levé horní končetiny, což spojuje s dominancí horní končetiny, zda je plavec pravák nebo levák. Dominantní horní končetina by měla být používána pro propulzi, nedominantní vykonává také propulzi, ale v menší míře a kontroluje pohyb plavce ve vodě. Autoři dospěli ke zjištění, že dominantní horní končetina ukazovala větší snížení rozsahu vnitřní rotace v ramenním kloubu ve srovnání s nedominantní a také došlo ke snížení pocitu polohy kloubu, které u nedominantní nebylo pozorováno (Carpenter et al., 1998). Lee et al. (2003) poukazuje na předchozí výsledky a dodává, že únava ovlivnila citlivost kloubní pozice a proprioepci.

1.2.2 Řízení svalové činnosti

Svaly vykonávají mechanický pohyb, svalový systém hraje důležitou roli jako adaptační a informační prvek centrálního nervového systému (CNS). Mozek a mícha je řídí částí CNS, jehož prostřednictvím je řízen svalový systém, ten je funkčně spojen kůží, interním systémem a kloubním systémem. Většinou se činnost CNS projevuje ve svých důsledcích jako svalová činnost. Svalový systém ovlivňují jak vlivy vnitřní, tak vnější, vlivy z CNS tedy mozek a mícha a vlivy z periferie např. kůže, podkoží. Všechny nervové vlivy se při svalové kontrakci uplatňují prostřednictvím α -motoneuronů. Alfa motoneurony jsou vlákna, která vedou informace přímo z mozku do nervosvalové ploténky, kde vyvolá kontrakci nebo relaxaci kosterní svaloviny. Rozlišujeme velké a malé α -motoneurony, velké inervují rychlá svalová vlákna a vedou vzruch pomaleji a malé inervují pomalá svalová vlákna. Další motoneurony, které ovlivňují hybnost, jsou γ -motoneurony, stejně jako α -motoneurony to jsou typově somatomotorická vlákna (svalová vlákna 1 motoneuronu), inervují intrafusální vlákna. Dojde-li k vyššímu podráždění vláken γ -motoneuronů, zvýší se dráždivost svalových vřetének, tak se znásobí počet vzruchů ve vřeténku, které pokračují reflexní drahou na synapse α -

motoneuronů. Znásobení vzruchů vyvolává kontrakci přímo nebo k ní přispívá. Komplex motoneuronů se svalovým vláknem tvoří motorickou jednotku. Jelikož je motoneuron spjat se svalovými vlákny, dochází k přímému styku s drahami, kterými jsou přinášeny signály z centra a periferie, které končí na facilitačních nebo inhibičních synapsích motoneuronu. Motorická jednotka je hlavní koordinační centrum nervových vlivů. Abychom mohli provést koordinační pohyb, hraje v realizaci pohybu důležitou úlohu aferentní signalizace (Kolář et al., 2009; Dylevský 2009).

Produkcí svalové síly ovlivňují neuromuskulární faktory, mezi které, dle Macejkové (2010) a Vanderky (2008) patří:

1. zapojení motorických jednotek,
2. frekvence jejich aktivace,
3. synchronizace,
4. vnitrosvalová koordinace,
5. mezsvalová koordinace, spolupráce agonistů,
6. neurální inhibice,
7. využití elastické energie a reflexu,
8. typ svalových vláken a motorických jednotek podílející se na velikosti produkované síly,
9. biomechanické a antropometrické faktory,
10. hypertrofie, velikost průřezu svalových vláken.

Typy svalových vláken dělíme podle funkčního dělení na:

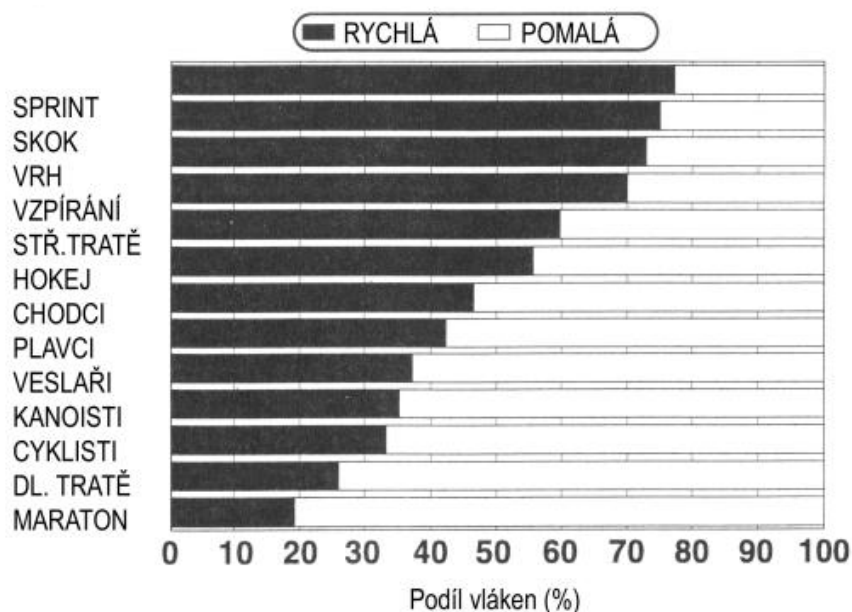
1. Typ I. – pomalá oxidativní, červená vlákna. Vlákna jsou tenká, obsahují velké množství myoglobinu, mají hodně mitochondrií a malé množství myofibril. Obsahují velké množství krevních kapilár. Enzymaticky jsou vybavena k pomalejší kontrakci a oxidativním pochodům, vhodná jsou pro vytrvalostní svalovou činnost. Vlákna jsou ekonomičtější, pracují poměrně pomalu a vyskytují se především ve svalech tonických, které zajišťují polohové, statické funkce a fixaci těla při pohybu.
2. Typ IIA – rychlá oxidativní glykolytická, bílá vlákna jsou objemnější, obsahují méně mitochondrií a více myofibril než pomalá červená vlákna. Jsou vybavena k rychlým kontrakcím, prováděným velkou silou po krátkou dobu. Vlákna jsou méně ekonomická a odolná proti únavě, jsou vhodné pro výstavbu svalů zajišťující rychlý pohyb prováděný velkou silou. Tato vlákna jsou někdy nazývána jako fázická.

3. Typ IIB – rychlá glykolytická, červená vlákna jsou objemná, mají málo kapilár a nízký obsah myoglobinu a oxidativních enzymů. Vlákna se mohou zásluhou silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysoké aktivitě iontů vápníku a hořčíku rychle stahovat maximální silou. Jsou málo ekonomická a odolná proti únavě.
4. Jako vývojově nediferencovaná populace svalových vláken představují vlákna přechodná. Vlákno je zřejmě potencionálním zdroj pomalých, rychlých oxidativních glykolytických nebo rychlých glykolytických vláken (Dylevský 2009; Rokyta, 2016; Bartůňková, 2014).

Některé svaly mají převahu daného typu svalového vlákna např. šjiové svaly – červená vlákna, okohybné svaly – bílá vlákna, ovšem většina svalů obsahuje, jak červená, tak bílá svalová vlákna. Při svalové práci dochází k aktivaci jednotlivých typů svalových vláken, o tom, jaké vlákno bude aktivováno, určuje intenzita svalové kontrakce. Nízká intenzita svalové kontrakce aktivuje pomalá vlákna, ovšem se vzrůstající intenzitou dochází k aktivaci dalších svalových vláken (Jančík, Závodná, Novotná, 2006).

Zastoupení svalových vláken je geneticky předurčené a do jisté míry předurčuje výkonnostní parametry, například v lýtkovém svalu je dáno geneticky, takže u sprintera s převahou rychlých, bílých svalových vláken nebude maratonec, u kterého by měla být převaha červených svalových vláken. Prostřednictvím vyšetření a určení typu svalových vláken je u sportovce možné uvést, pro kterou specifickou sportovní činnost by se mohl rozhodnout (Dylevský 2009).

Podíl rychlých a pomalých svalových vláken ve svalech se v mnoha sportech liší. Procentuální podíl svalových vláken u vybraných sportů ukazuje obrázek č. 4, u kterého přesně nevíme, o jaký sval se jedná. Například plavci sprinteři mají ve srovnání s běžci sprintery větší podíl pomalých svalových vláken, ale v porovnání s vytrvalostními tratěmi mají větší podíl rychlých svalových vláken plavci (Jančík, Závodná, Novotná, 2006).



Obrázek č. 4. Zastoupení rychlých a pomalých svalových vláken u vybrané sportu (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)

Na obrázku č. 5 a č. 6 vidíme zastoupení svalových vláken deltového svalu u rozdílných plaveckých tratí. Na vzdálenost 100 m má deltový sval přibližně stejný podíl rychlých, tak pomalých svalových vláken, ale u vzdálenosti na 1500 m je podíl rychlých svalových vláken přibližně v poměru 1/3 a pomalých 2/3.



Obrázek č. 5. podíl rychlých a pomalých svalových vláken v deltovém svalu u plavců na 100 m, (Bernačiková et al., 2010)



Obrázek č. 6. Podíl rychlých a pomalých svalových vláken v deltovém svalu u plavců na 1500 m (Bernačiková et al., 2010)

1.3 Svalová síla

Svalová síla plavce, je vedle techniky dle mého názoru nezbytným faktorem určující maximální plavecký výkon. Pro dosažení maximálního výkonu, musíme svaly účastníci se plaveckého pohybu rozvíjet. V rozvoji plavecké síly jsou především zatěžovány ty svaly horních a dolních končetin, které jsou zapojovány v průběhu plaveckého pohybu. Svaly, které se pohybu účastní, jsme uvedli v kapitole Technika plaveckého způsobu.

Svalová síla je výsledek svalové práce, která je vyvolaná elektrickými procesy, ty se odehrávají v nervosvalovém systému organismu. Svalovou sílu definujeme jako schopnost

konkrétního svalu nebo svalové skupiny, kterou dokáže vyvinou, vzhledem k určitým podmínkám. Svalovou sílu chápeme jako schopnost překonávat nebo působit proti odporu (Siff, 2004).

Rokyta (2016) chápe sílu jako maximální hmotnost, kterou sval udrží v rovnováze proti gravitaci a udává se v kilogramech zvednuté hmotnosti na centimetr čtvereční příčného průřezu svalem nebo v newtonech. Je důležité si uvědomit, že silovým tréninkem se zvyšuje svalový objem, a ne svalová síla.

Při pohybu na nás působí mnoho sil, které Zatsiorsky a Kraemer (2014) rozdělují z hlediska biomechaniky na vnitřní a vnější. Takovéto rozdělení sil závisí na místě působitě, u vnitřní síly dochází k působení síly uvnitř těla, kde se jednotlivé části lidského těla ovlivňují a u vnější jde o působení síly mezi člověkem a prostředím. Rozeznáváme tři fáze, během kterých sval přenáší sílu na kost, když se sval zkracuje, je protažen nebo je délka svalu zachována.

Jednotlivými typy sil se zabývají také Zatsiorsky a Kraemer (2014), kteří rozlišují svalovou sílu na absolutní a relativní. Absolutní sílu definují jako nejvyšší hodnotu svalové kontrakce, relativní sílu definují jako poměr mezi realizovaným silovým výkonem a tělesnou hmotností, kde dochází k vydělení maximální síly hmotností jedince. Význam v rozlišování sil je důležitý zejména z toho důvodu, že různé sporty využívají různé metody a prostředky pro rozvoj svalové síly. Sílu bychom měli vnímat jako komplex schopností bez přesně vymezeného ohraničení, ale do určité míry nezávislých a specifických schopností, což bychom měli zohlednit v tréninku.

Rozvoj síly, jako v mnoha dalších sportech, tak i v plavání můžeme rozdělit podle specifčnosti na nspecifickou a specifickou. Nspecifickou sílu chápeme jako sílu, která rozvíjí komplexní sílu celého těla. Specifická síla je zaměřena konkrétně na sílu potřebnou při plaveckém výkonu. Ovšem je důležité mít na paměti, že vysoká úroveň svalové síly, která je produktem nspecifických nebo izolovaných pohybů nezaručuje vysokou úroveň výkonu ve specifické činnosti. Jde především o nábor svalových vláken při realizaci specifického pohybu (Psotta, 2006).

Také Dovalil a Choutka (2012) se zabývali specifčností síly a doporučují rozdělit cvičení pro rozvoj síly na cvičení specifické a nspecifické, kde se uvádí, že specifčnost má určitý vztah k posloupnosti zapojování svalových skupin, svalovému tonu a k rychlosti pohybu. Mimo jiné rozdělují cvičení na závodní, speciální a všeobecně rozvíjející. Závodní cvičení se shodují s pohybovým projevem v závodě. Cvičení speciální se shodují se strukturou sportovní specializace, cíleně ovlivňují jednotlivé faktory sportovního výkonu.

Cvičení jsou zaměřená na zdokonalení techniky, taktiky nebo kondice. Všeobecně rozvíjející cvičení jsou zaměřena na kardiovaskulární systém, rozvoj kondice nebo také na celkový rozvoj svalstva. Význam u těchto cvičení vzhledem ke konkrétnímu výkonu je nepřímý a působí spíše na celkový rozvoj organismu.

McLeod (2014) klade důraz na posloupnost a uvádí, že správná posloupnost je nezbytná, aby nedošlo k porušení techniky jak na suchu, tak ve vodě. K rozvoji svalové síly dochází rovněž v důsledku adaptace řízení pohybu, které je ovlivněno posilováním, jak ve statické, tak dynamické formě pohybu.

Adaptaci chápeme jako schopnost orgánových systémů se přizpůsobit dlouhodobým a mnohonásobně opakovaným vlivům. Při opakované a vhodně volené aplikaci podnětu můžeme sledovat trvalejší změny organismu. Aby mohlo dojít ke zvýšení výkonosti, je adaptace závislá na druhu, intenzitě, frekvenci a době působení. Každý podnět má omezenou dobu své účinnosti, proto je důležité intenzitu, frekvenci a další proměnné obměňovat. Změny pak probíhají strukturálně, metabolicky a funkčně na úrovni orgánů a na základě souhry jednotlivých orgánových soustav. U adaptace pak rozeznáváme pozitivní nebo negativní změny, které označujeme jako dezadaptace, maladaptace. Průběh adaptace na odporová cvičení jsou plaveckému tréninku blízká, a jak bylo zmíněno nenastupují hned, ale v časové posloupnosti. V odporovém tréninku dochází ke změnám v důsledku změn jednotlivých proměnných, jako jsou: typ svalové aktivity, výběr cviku, počet opakování v sérii, délka přestávky, frekvence, rychlost. Změny začínají v řízení pohybu, specifičtěji jde o změny nitrosvalové a mezisvalové koordinace, dále dochází ke změnám enzymatických aktivit a pokračují biochemickými změnami ve svalu, po několika týdnech nastávají změny morfologické (Rokyta, 2016; Perič, Dovalil, 2010).

1.3.1 Nespecifická svalová síla

Nespecifickou silou rozumíme sílu, která tvoří základ síly specifické. Od specifické síly, která je popsána níže, se liší tím, že cvičení jsou zaměřena na rozvoj síly především hlavních svalových skupin a jsou svou podstatou velmi blízké plaveckému výkonu v závodě. Rozvoj nespecifické svalové síly můžeme rozvíjet ve vodě nebo na suchu za použití např. činek, trenážerů nebo medicinbalu.

Svalová činnost někdy označována jako svalová kontrakce se dělí na statickou a dynamickou svalovou činnost. Statická síla je schopnost jedince vyvinout sílu v izometrické kontrakci čili bez projevu pohybu – setrvání ve statické poloze. Dynamická síla je

charakterizována pohybem, kdy svalová kontrakce způsobuje viditelný pohyb segmentů těla (Dylevský, 2009).

Podle Dovalila a Periče (2010); Jebavého (2017) rozlišujeme následující druhy dynamické síly:

- maximální síla, je síla, kterou vyvineme volní kontrakcí nejvyšší úroveň síly při statické nebo dynamické činnosti, můžeme jí také označit jako základní silový potenciál sportovce, množství svalové hmoty a nervosvalová koordinace jsou jejími limitujícími faktory,
- rychlá síla je definována jako schopnost dosahovat co možná největšího silového impulsu v časovém intervalu nebo dosáhnout nejvyšší hodnoty v co možná nejkratším čase, v souvislosti se sportovními výkony hodnotíme rychlou sílu na sílu startovní, kde jde o provedení pohybu co nejvyšší rychlostí v co nejkratším čase a explozivní, kterou charakterizuje acyklický pohyb, kde jde o dosažení co nejvyšší rychlosti v konečné fázi pohybu, limitující faktory jsou zastoupeny rychlými svalovými vlákny, intra a intermuskulární koordinace,
- reaktivní síla je schopnost vyvinout optimální silový impuls v cyklu natažení a zkrácení svalu do 200-250 ms, velikost reaktivní síly je závislá na elastičnosti svalu, na úrovni maximální a rychlé síly,
- vytrvalostní síla je charakterizována jako dlouhodobě vyvíjenou svalovou kontrakcí s nemaximálním odporem a nevelkou stálou rychlostí.

Jednou z možností překonávající režim svalového zkrácení je konkrétní vztah vnějšího zatížení a svalového napětí, při kterém se pohyby v kloubech vykonávají bez zrychlení stálou rychlostí. Tato podmínka se zabezpečuje speciálními technickými zařízeními, které pracují na izokinetickém principu, jako jsou například ergometry. Tyto ergometry kopírují pohybovou strukturu jednotlivých sportů např. veslařský, běžecký, plavecký a další. Pro diagnostiku byli vyvinuté trenažery, které umožňují měření v excentrické a koncentrické kontrakci. Z hlediska diagnostiky silových schopností s možnou aplikací pro sportovní praxi jsou nejzajímavější parametry, při kterých se nejvíce přibližujeme rychlosti pohybu v dané sportovní disciplíně (Macejková, 2010).

Maximální produkce síly je vyvíjena u excentrických pohybů, při kterých je vyšší o 10-40 % jako maximální hodnoty při koncentrické kontrakci, u které dosahuje sval o 10-15 % menší maximální hodnoty než při izometrické. Platí všeobecné pravidlo, že maximální silový

výkon je možný vyprodukovat pouze tehdy, kdy je délka svalu přibližně stejná s délkou v momentě, kdy je sval relaxovaný (Šimonek, Zrubáka, 2003).

Dle Mcleoda (2014) musíme mít na paměti, že plavání je stále se dokola opakující pohybový vzorec, kde jsou zatěžovány stále stejné svalové skupiny a tím může dojít ke svalové nevyváženosti. Například když plavec nadměrně posiluje velký prsní a široký sval zádový na úkor posílení stabilizátorů lopatky. Podobný problém může nastat i u dolních končetin u čtyřhlavého svalu stehenního a flexorů kyčle vůči hamstringům. Nadměrným posílením nedochází pouze ke svalové nevyváženosti, ale může dojít k vadnému držení těla a plavec tak může být více náchylný k úrazům a horšímu výkonu. Důležité je, aby v tréninku suché přípravy byly zahrnuty i cviky na ohebnost. Na závěr tréninku bychom měli věnovat pozornost těm svalům, které jsou po cvičení napjaté, svaly bychom měli pasivně protáhnout.

U cviků v rozvoji suché síly máme na výběr mezi dvěma koncepty, koncept izolace nebo koncept přenosu. Koncept přenosu je vhodný pro konkrétní činnost, tedy plavání a dále jí dělíme na přenos přímý a nepřímý. Přímý znamená, že cvik je téměř shodný s pohybem během plavecké lokomoce ve vodě, nepřímým přenosem rozumíme cvik, který svým pohybem není přímo spjat s pohybem plavce ve vodě. Mezi nepřímé cviky zařazujeme cviky s kladkou, kdy plavec v sedě přitahuje kladku na prsa. Druhý koncept, koncept izolace je zaměřen přímo na konkrétní svaly nebo skupinu svalů. Trénink rozvoje síly můžeme provádět v sestavách nebo klasickým posilováním, který je založen na posilování jednoho nebo dvou cviků, které se určitou dobu opakují. Rozvoj svalů v sestavách je zaměřen na sérii různých cviků, které provádíme pohromadě, tento typ tréninku je výhodný z hlediska úspory času, kdy stihneme hodně cviků za relativně krátkou dobu. Tréninky rozvoje síly na suchu by měl mít cca desetiminutovou rozcvičku, počet opakování je dán vztahem mezi objemem a intenzitou, po zahřátí přecházíme ke cvikům na stabilizaci trupu, následují cviky pro celé tělo, pokračujeme k vícekloubovým cvikům až k jednotlivým izolovaným částem těla (Mcleod, 2014).

Podobně jako Mcleod (2014) přemýšlejí o rozvoji nesespecifické síly také Aspenes a Karlsen (2012), kteří uvádí, že v rozvoji nesespecifické plavecké síly můžeme využít cviků s nesespecifickým odporem, u kterého využíváme činky, medicinbaly, vhodné využití pro rozvoj mají také expandéry a Biokinetic. Provedení cviku by mělo být plynulé, cviky by se měly provádět ve 3-5 sériích po šesti až dvanácti opakováních, odpočinek mezi sériemi má být jednu až tři minuty. Biokinetic a expandéry mají oproti činkám a medicinbalům výhodu v tom, že plavec během cviku simuluje pohyb prováděný ve vodě. U Biokineticu stanovujeme stupeň odporu a za účasti počítače získáváme i potřebné informace, které nám expandér

neposkytne. Odpor expandéru si volíme podle barvy, kterou jsou zátěže expandéru odlišeny. Vhodnou metodou pro rozvoj síly je také kruhový trénink.

Trappe a Pearson (1994) použili při tréninku na suchu dodatečné odpory jako specifický trénink pro plavce. Na základě toho, chtěli zjistit, zda je zvýšení síly při plavání z tréninku se zátěží srovnatelné s typickým tréninkovým programem bez dodatečných odporů. Důvodem takového tréninku bylo to, že trénink se zátěží může být více podobný pohybům a rychlostem při plavání, což by mohlo umožňovat pozitivní přenos na výkon ve vodě. Zjistili, že trénink s dodatečnými odpory po dobu šesti týdnů neměl vliv na zlepšení a ani na zvýšení plaveckého výkonu ve srovnání s tréninkem, kde plavci posilovali vlastní vahou. U všech cvičení se projevil vliv vlastní váhy, a tak nelze jednoznačně určit, zda došlo ke změnám ve svalovině.

Stejně tak se rozvojem svalové síly zabývali Sadowski et al. (2012), dospěli k názoru, že rozvoj svalové síly je nezbytný ke zvýšení frekvence záběrů, ale k úspěšnému dosažení maximálního výkonu je nutná optimální úroveň svalové síly a energetické spotřeby. Girold et al. (2007) a Garrido et al. (2010) ve svých studiích řešili vztah mezi svalovou silou a plaveckým výkonem. Studie provedená na mladých plavcích potvrdila, že svalová síla rozvíjena na suchu, měla vliv na plavecký výkon, stejně jako další studie, která potvrdila určitý vztah mezi výbušnou silou dolních končetin a plaveckým výkonem.

Linnamo, Häkkinen a Komi (1997) uvádějí, že maximální silový trénink může mít za následek akutní únavu jak periferní, tak centrální, a proto musí být periodicky zařazen do plaveckého programu. Aspenes et al. (2009) zjistili, že nárůst svalové síly výrazně koreluje se zlepšeným časem na 400 m. Autoři zaznamenali zlepšení plaveckého výkonu u skupiny plavců, která se účastnila 11týdenního programu, jehož obsahem byla kombinace maximálního silového tréninku s vysoce aerobním vytrvalostním tréninkem. Ovšem nezjistilo se, zda zlepšení výkonu bylo důsledkem kombinovaného tréninku, aerobních tréninků nebo maximálního tréninku síly. Rovněž Girold et al. (2007) zjistili, že účastníci, kteří podstoupili 12týdenní tréninkový program maximální síly na suchu, zaznamenali zlepšení na 50 m ve srovnání s kontrolní skupinou.

Můžeme podotknout, že silový trénink s využitím suchých režimů může zvýšit schopnost produkovat hnací síly ve vodě, zejména na krátké vzdálenosti, ovšem musíme brát v úvahu rychlost pohybu, která může zlepšit specifičnost prováděných cvičení (González-Badillo, Sánchez-Medina, 2010).

Cílem tréninku suché síly je zvýšit maximální výkon prostřednictvím přetížení svalů účastníků se plaveckého výkonu. Pokud by tomu tak bylo, pak by zvýšení svalové síly

zlepšilo plavecký výkon, ovšem výsledky z dostupných experimentů jsou nejednoznačné (Tanaka et al., 1993).

1.3.2 Specifická síla

Specifická síla se mého názoru od obecné odlišuje tím, že je vztažena přímo k určitému sportu a je přímo srovnatelná s výkonem v závodě. Jedná se tedy o specifické zatěžování jednotlivých svalů nebo svalových skupin, které jsou aktivovány v průběhu plaveckého výkonu u plaveckého způsobu kraul. Již v kapitole technika jsme se zmiňovali o zapojených svalech, které plaveckou lokomoci podmiňují. Právě specifická síla těchto svalů určuje plavecký výkon.

Silový a kondiční trénink je běžnou praxí ve většině sportů s cílem posílit a předejít zranění. Trénink by měl být specifický pro požadavky daného sportu. V plavání je výkon závislý na síle a svalové síle, což je schopnost vyvíjet sílu ve vodě a je rozhodujícím faktorem na krátké vzdálenosti. Takže plavci v tréninku aplikují suché posilovací programy. Mnoho trenérů se domnívá, že silový trénink by mohl negativně ovlivnit schopnost plavce a následně tím snížit plaveckou propulzi, což bývá způsobeno svalovou hypertrofií a poklesem flexibility. Nicméně se u plavců v průběhu předpubertálního stádia nepředpokládá, že svalová hypertrofie je primárním faktorem zlepšení síly, protože neuromuskulární adaptace jsou identifikovány jako hlavním důvodem pro zvýšení síly (Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum et al., 2015; Newton et al., 2002).

Síla a výkon sportovce jsou ovlivněny neuromuskulárními faktory. Svalová výkonnost je dána kombinací průřezu svalové plochy a rozsahu v jakém je svalová hmota aktivována. Sprint je ovlivněn neuromuskulárními funkcemi, proces je vnímán jako složitý, a aby došlo k maximální rychlosti, musí dojít k aktivaci různých svalů, svalových skupin ve vhodný čas a určitou intenzitou. Protože plocha průřezu svalu souvisí s délkou maximálního výkonu, hypertrofické tréninkové metody potencionálně zvyšují sílu a výkon sportovce. S ohledem na zvýšení sportovního výkonu je důležitým faktorem při hypertrofickém tréninku optimální svalová a celková tělesná hmotnost (Ross, Leveritt, Riek, 2001; Ikai, Fukunaga, 1968).

Plavecký výkon je závislý na svalové síle, vytrvalosti a na technice plavání. U kraulu je svalová aktivita úzce spojena s vodorovnou polohou plavce, s vytvářením hnacích sil, s působením vodního prostředí a s optimální technikou. Rozdíl je hlavně mezi svaly, které vytvářejí hnací sílu a mezi svaly, které jsou aktivní pouze při přenosu (McLeod, 2014). Optimální úroveň plavecké síly je nezbytná pro úspěšný plavecký výkon, protože je závislá na schopnosti vytvářet hnací sílu a minimalizovat odpor v kapalném prostředí. Silové tréninky

pro plavce jsou běžnou praxí tréninkových programů, i když v literatuře se jejich účinek často kritizuje (Tanaka et al., 1993; Trappe, Pearson, 1994; Girolid et al., 2007).

Výzkum zabývající se rozvojem specifické síly ukázal, že síla horních končetin a plavecký výkon korelovaly s rychlostí plavání. Proto zvýšení svalové síly pletence ramenního může vést k vyšší síle v záběru, následně se může projevit ve vyšší rychlosti plavání ve sprintu (Sharp et al., 1982; Morouco et al., 2011).

Autoři Chatard, Bourgoin a Lacour (1990) zjistili, že větší a těžší jedinci jsou znevýhodněni v plaveckých závodech delších než 400 m, protože s větší tělesnou plochou vzrůstá odpor plavce ve vodě. Chatard, Lavoie a Lacour (1990) poznamenali, že na plavecké vzdálenosti mající méně než 400 m umožnila větší svalová síla rychlejší čas plavání. Sportovci byli schopni produkovat větší množství anaerobní energie, a jelikož většina tréninků je založena na vytrvalosti, obecně nelze maximalizovat fyziologické účinky tréninku maximální síly (např. hypertrofie). Zvláště sprinteři mohou těžit ze zvýšení síly, která je spojená s tréninkem odporu, a tak tato forma tréninku může být užitečná pro zlepšení výkonnosti. K podobným zjištěním dospěli i autoři Kraemer et al. (1995) a Tanaka a Swensen (1998).

Tradiční trénink odporu je používán v mnoha sportech zahrnujících konvenční posilování založené na posilovacím cvičení jako je benčpres, stahování horní kladky, francouzské tlaky, tricepsový dip a dřepy. Programy silového odporu vedly ke zlepšení plaveckých výkonů. Zjistili, že tyto programy vedly k výraznému zlepšení plavců ve sprintu Trappe a Pearson (1994). Rovněž Girolid et al. (2012) zjistili nárůst 2 % při tréninku na 50 m kraul. Strass (1988), Trappe, Pearson, (1994), Girolid et al. (2012) také zjistili zlepšení maximální produkce výbušné síly ve srovnání s maximální produkcí síly a dodává, že to může být způsobeno neuromuskulární adaptací. Nárůst produkce síly se přenesl do plaveckého výkonu s výrazným zvýšením rychlosti. K tomu, aby mohl být tradiční trénink odporu součástí specifického tréninku, musí být, dle Juráka (2019), dodrženy následující parametry – druh kontrakce, síla kontrakce a silový projev. Parametry musí odpovídat dané sportovní činnosti a musí být zapojovány svaly, které se účastní pohybu během plaveckého výkonu. Jak také uvádí Sale a MacDougall (1981), trénink by měl být specifický z hlediska pohybového vzorce, rychlosti kontrakce, typu kontrakce a síly kontrakce.

K rozvoji síly, energie a kapacity svalového systému sportovce můžeme využít například vytrvalostního plaveckého tréninku nebo trénink s dodatečným odporem např. s využitím odporového pásu. Pomalá svalová vlákna I. typu se aktivují při nízkých úrovních síly, při náboru svalových vláken, což vede se zvyšující se silou k přechodu na rychlá svalová

vlákna II. typu. Silový trénink je charakterizován malým počtem záměrně vyvolaných svalových kontrakcí maximální nebo téměř maximální síly. Ukázalo se, že silový trénink vyvolá svalovou hypertrofií, snižuje hustotu kapilár a zvyšuje svalovou sílu. Naproti tomu vytrvalostní trénink můžeme definovat jako poměrně vysoký počet opakování sub-maximálních svalových kontrakcí. Souběžný trénink síly a vytrvalosti může vyvolat protichůdný tréninkový efekt. Navzdory těmto rozdílům má vytrvalostní a odporový trénink jednu společnou adaptační charakteristiku, oba transformují typ IIb. vláken na vlákna IIa. To může vysvětlit, proč odpor na rozdíl od aerobního tréninku zlepšuje anaerobní sílu sportovce a svalovou sílu. Fyziologické proměnné spojené s vytrvalostním a odporovým tréninkem neumožňují maximalizovat sílu a aerobní vytrvalost při současném tréninku, to může být důsledkem nadměrného tréninkového stresu a následným katabolickým prostředím způsobeným zvýšením produkce kortizolu. Proto je důležité, aby trenéři zvážili protichůdné výsledky s adaptací na silové a vytrvalostní tréninky při plánování tréninkových programů (Sale et al., 1990; Tanaka, Swensen, 1998; MacDougal et al., 1980; Linssen et al., 1991).

1.3.3 Transfer svalové síly do plaveckého výkonu

Historie transferu sahá do minulého století, kde byl transfer chápán podobně jako nyní. Dle Gagneho (1965) se obecná teorie transferu rozlišovala na pozitivní, negativní a nulový přenos. Pozitivní přenos byl definován jako míra, do jaké se jedincům daří zvyšovat úroveň dovedností a schopností, které uplatňují ve své činnosti. Odpovídajícím způsobem může být považováno za negativní přenos to, když trénink zasahuje do dovedností a nulový přenos je situací, ve které je nulový dopad na tréninku.

Transfer mnoho autorů chápe jako pozitivní přenos již osvojené činnosti na učení se činnosti jiné. V plaveckém tréninku to můžeme chápat jako rychlejší osvojení nové dovednosti, plaveckého způsobu. Když zjednodušeně řekneme, že je to přenos z jednoho prostředí do druhého, může nastat problém, jako tomu je u výzkumných prací týkající se transferu sil ze suchého prostředí do přirozeného prostředí plavce (Jansa et al., 2018).

Důležitým faktorem je věk plavce. Silový nebo odporový trénink byl do nedávna považován pro mladé plavce za nevhodný. Předpokládá se, že odporový trénink zvyšuje riziko poranění růstové ploténky, což by mohlo mít negativní důsledky pro růst dítěte. Naopak se přišlo na to, že odporový trénink pomáhá mladým plavcům a zvyšuje jejich šance na úspěch, je považován za bezpečný a efektivní. Mezi specifické přínosy silového tréninku patří zlepšení svalové síly, svalová vytrvalost, celková tělesná síla, stabilita kloubů, hustota kostí, což může vést k lepším sportovním výkonům a snižovat riziko poranění. Výzkum ukazuje, že

trénink pro získání síly by měl obsahovat 2-3 série po 13 až 15 opakováních, trénink by měl probíhat dva až tři dny v týdnu. Pro získání síly je důležitá adaptace nervosvalových faktorů, jako je rychlost aktivace svalu, zapojení různých svalů a další (McLeod, 2014).

Transferem síly se zabýval Sharp et al. (1982) a uvádí, že za použití různých testovacích zařízení se ukázalo, že svalová síla horních končetin a plavecká síla korelovaly s plaveckou rychlostí. Rovněž Strass (1988) svými výzkumy potvrdil pozitivní transfer síly. Zjistil, že u dospělých plavců došlo ke zlepšení o 20 až 40 % po silovém programu. Toto zlepšení znamenalo i výrazné zvýšení výkonu až o 4,4 % na 25 m a 2,1 % na 50 m. Na druhé straně někteří autoři toto tvrzení zpochybňují. Tanaka et al. (1993) uvádí, že síla získaná na suchu nemusí být pozitivně přenesena na hnací sílu používanou plavcem ve vodě, důvodem je specifčnost tréninku, která se liší.

Trenéři namítají, že zvýšení svalové hmoty nebo snížení pružnosti svalu negativně ovlivňuje koordinaci pohybu, protože dochází ke zvýšenému odporu plavce ve vodě. Výzkum, který byl zaměřen na fyzickou přípravu plavců, ukázal, že vysoká úroveň svalové síly, která je vyvinutá během odporového tréninku na suchu velmi limituje přenos do odporové síly během plavání i přesto, že některé parametry vykazují významnou korelaci mezi parametry síly měřené na suchu a odporovou silou nulovou rychlostí. Adaptace na trénink odporu může vyvolat pozitivní nebo negativní přenos na sportovní výkon. K negativnímu přenosu by mohlo dojít za předpokladu, že dojde ke zvýšené koaktivaci antagonistických svalů, což by vyvolalo sílu, která by odporovala směru pohybu. Svalová síla plavce může být zvýšena několika způsoby, ovšem za předpokladu, že intenzita a frekvence prováděného cvičení je vyšší než běžná aktivace svalového vlákna (Komi, 1986). Aby mohlo dojít k transferu, musí, dle Juráka (2019), cviky splňovat specifčnost dané sportovní disciplíny a musí být téměř shodné s maximálním výkonem v závodě, to znamená, že pohyby jsou shodné na základě neurofyzilogických mechanismů řízení pohybu a jsou v souladu s biomechanickými zákonitostmi, které odpovídají výkonu v závodě (Carroll et al., 2001; Newton et al., 2002; Vaitsekhovsky, Platonov 1980).

Aby mohl být transfer pozitivní, nejprve musí dojít ve specifickém posilování k adaptaci na podněty, které jsou spojené s maximálním výkonem, nejde tedy jen o zvýšení síly, ale také o koordinaci a zapojování jednotlivých svalů v určitém sledu, který má minimální nároky na energetický výdej. Tréninkem dochází k narušení homeostázy a následně jejímu vychýlení, který označujeme jako stres. Stres vychyluje orgánové funkce. Prostřednictvím vychýlení orgánových funkcí může dojít k adaptaci na vyšší úroveň. Svaly se pak vlivem tréninku dokážou adaptovat. Adaptace je dvojí, metabolická a morfologická. U

metabolické dochází k úpravě energetických systémů, kdy sval je schopen lépe produkovat energii. Morfologická adaptace zahrnuje změny typů svalových vláken, hypertrofii, změny sarkoplazmatického retikula a mitochondrií. Vytrvalostním tréninkem například rozvíjíme aerobní způsob získávání energie. Rychlostně silový trénink zase způsobí hypertrofii rychlých svalových vláken a ve svalu zvyšuje zásoby energetických zdrojů. Adaptací na specifický trénink jsou i vyzrálé myocyty schopny svalové plasticity (Máček, Radvanský, 2011; Rokyta, 2016).

Pro zajímavost uvádíme dvě tréninkové metody, které se svým charakterem zatěžování nejvíce přibližují principu specifčnosti:

1. Tréninková metoda HIIT (High intensity interval training)

HIIT neboli vysoce intenzivní intervalový trénink, který zařazujeme do nesespecifických a semispecifických tréninkových metod. Metoda je založena na krátkodobých úsecích plavaných maximálním úsilím s krátkým intervalem odpočinku. Od metody HIIT je odvozena HIT metoda, což je vysoce intenzivní trénink s krátkými úseky prováděné maximální rychlostí a dlouhou dobou odpočinku. Jde o převzatou metodu, těch sportů, které využívají přerušované zatížení, tzn. relativní klid s úseky prováděné maximální rychlostí. Ve specifickém plaveckém tréninku tuto metodu zatěžování nenajdeme, a právě z toho důvodu je vhodná pro nesespecifický a semispecifický plavecký trénink. Výhodou metody HIIT nebo HIT je udržení požadavků plaveckého výkonu a doporučuje se doplňovat dalšími metodami.

Tréninkové metody HIIT nebo HIT jsou výhodné z hlediska časové náročnosti. Jedná se o intenzivní trénink, kde se tepová frekvence pohybuje nad úroveň anaerobního prahu. Interval zatížení je v rozmezí 4-60 vteřin, odpočinek může být aktivní nebo pasivní v poměru 1:1 nebo 1:2. Metoda má prospěšný vliv na metabolické děje v organismu (Brtník 2016, Kolínský, 2017).

2. Tréninková metoda USRPT (Ultra short race pace training)

Tréninková metoda USRPT je oproti tréninkové metodě HIIT více specifikována a mohli bychom ji zařadit do specifických tréninkových metod. V tréninkové metodě USRPT bychom se měli, co nejvíce přiblížit výkonu jedince v konkrétní disciplíně, tzn. zachovat základní parametry výkonu jako je technika a rychlost. Metoda USRPT je založena na požadavcích, které jsou shodné s požadavky na plavecký výkon v závodě. Tyto požadavky by se měly v tréninku co nejčastěji opakovat a měly by být zachovány ty podmínky, které tyto podmínky splňují. Metoda USRPT plavce zatěžuje střídavým zatížením prostřednictvím

krátkých úseků od 25 m po 100 m v závodním tempu, který je dán průměrným časem z plaveckého výkonu v dané disciplíně. Interval odpočinku mezi úseky je cca 20 vteřin. Počet plavaných úseků se odvíjí od toho, kolik jich je schopen plavec zaplavat. V průběhu tréninku dochází k zapojení aerobního i anaerobního metabolismu (Brtník, 2014).

S tréninkovou metodou USPRT je možné začít už od osmi roků života, kdy by měl být jedinec schopen zvládnout tři tréninkové jednotky v týdnu. Počet tréninkových jednotek se postupně zvyšuje až na osm tréninkových jednotek za týden. Trénink by měl být dlouhý zhruba 30 až 60 minut. Ze začátku je důležitá především zábava, aby to děti bavilo, postupně rozvíjíme techniku, plavecké dovednosti. Při využití této metody u dětí musíme respektovat určité zákonitosti, jako například, že intenzivní anaerobní trénink nejsou děti schopny zvládat tak jako dospělí plavci, a tak jde především o vytvoření kondice a získání techniky většinou všech plaveckých způsobů (Brtník, 2014; Brooks, 2011b).

2 Cíl, výzkumné otázky, úkoly práce

2.1 Cíl výzkumu

Cílem naší práce je zjistit, zda dvouměsíční pohybová intervence realizovaná na plaveckém trenažeru (Biokineticu) ovlivní plavecký výkon na 50 m kraul u studentů UK FTVS.

2.2 Výzkumné otázky

Výzkumná otázka 1

Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu maximální výkon na 50 m kraul?

Výzkumná otázka 2

Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu celkové množství tukuprosté svalové hmoty těla a horních končetin?

Výzkumná otázka 3

Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu parametry provedení posttestu (frekvenci záběrů a dráhu záběrů)?

Výzkumná otázka 4

Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu parametry silových výkonů zvláště u pravé a levé horní končetiny?

Výzkumná otázka 5

Měla dominantní horní končetina zásadní vliv na průběh provádění testu svalové síly horních končetin na Biokineticu?

2.3 Úkoly práce

- Zpracování literární rešerše domácí i zahraniční literatury vztahující se k tématu odborné práce.
- Stanovení intervenčního programu.
- Oslovení probandů, vytvoření výzkumné skupiny a etické zabezpečení jednotlivých členů skupiny.
- Zjistit nejčastější pohybové aktivity probandů.
- Realizace pretestu a jeho provedení.

- Aplikace intervenčního programu na jednotlivé členy skupiny.
- Realizace posttestu a jeho provedení.
- Zpracování dat získaných z pretestu a posttestu.
- Interpretace výsledků.

3 Metodika práce

3.1 Charakteristika výzkumu

Výzkum probíhal dvakrát v týdnu po dobu dvou měsíců v plavecké laboratoři. Při výzkumu jsme používali dva přístroje (Biokinetic). Biokinetic, který využíváme pro podrobnou diagnostiku pohybu horních končetin a Biokinetic, který využíváme k tréninkovým účelům. Tréninkový Biokinetic byl umístěn po celou dobu v plavecké laboratoři. Počáteční a závěrečné testování bylo provedeno za asistence Mgr. Daniela Juráka, Ph.D. a pana Zelenky, který zaznamenával antropometrická data probandů z TANITY do programu určeného pro sběr dat z Biokineticu.

3.2 Sledované proměnné

Vstupní proměnou jsou vlastní pohybové aktivity každého probanda. U vybrané skupiny probandů zkoumáme vliv dvouměsíční pohybové intervence, jejíž náplní je posilovací cvičení. Na konci intervenčního programu budeme sledovat následující proměnné – výkon na 50 m kraul a výsledné hodnoty na Biokineticu (frekvence, celkový čas, dráha, výkon na kilogram hmotnosti, výkon záběru a výkon s přenosem).

3.3 Faktory ovlivňující sledované proměnné

Soubor, který tvoří experimentální skupinu účastníků se intervenčního programu, mohou ovlivnit nežádoucí proměnné, kterým se v průběhu této práce nebudeme věnovat, ale zohledníme je v konečném hodnocení.

Nežádoucí proměnné jsme rozdělili na:

Neovlivnitelné:

- věk,
- pohlaví,
- genetika.

Ovlivnitelné:

- osobnost vedoucího výzkumu,
- metody sběru dat a zpracování dat,
- účast ve sportovní organizaci,
- hodnoty pretestu,
- průběh intervence.

3.4 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvoří pět probandů ve věku 23 až 26 let ($25,14 \pm 1,15$). Probandi jsou studenty druhého ročníku navazujícího magisterského studia Fakulty tělesné výchovy a sportu, jejichž oborem je Tělesná výchova a sport. Při výběru jednotlivců, kteří tvoří výzkumný soubor, bylo rozhodující, aby jedinci nebyli aktivními plavci, tzn., aby nedocházeli na plavecké tréninky ve svém volném čase a nebyli zatíženi plaveckou výukou v akademickém semestru, ve kterém byla intervence aplikována. Probandi se liší sportovním zaměřením, skupina je tvořena čtyřmi aktivními sportovci (jsou ve své sportovní organizaci aktivními členy a aktivně se účastní soutěží) a jedním neaktivním sportovcem (není veden ve sportovní organizaci) viz tabulka č. 1. Výzkumný soubor tak tvoří jeden fotbalista, jeden tenista a tři probandi, kteří byli v minulosti nebo jsou nyní aktivními florbalisty. Výzkum byl časově náročný a do jisté míry skýtal omezení, např. účastníci nesměli být během výzkumu aktivními plavci, a tak se počet přihlášených lidí do výzkumu zmenšil na pět. Z důvodu malého počtu probandů jsme nemohli provést statistickou významnost, jelikož k jejímu výpočtu potřebujeme nejméně 10 osob. V tabulce číslo 2 a 3 uvádíme antropometrické údaje před a po plánované intervenci.

Tabulka č. 1. Čtyři nejčastější pohybové aktivity probandů

Proband	denně	2 – 3x týdně	1x týdně	1 x do měsíce
MS	tenis – P		fitness, fotbal, běh – A	
VL		florbal – P běh – A	softball – A	Fitness – A
MZ		fotbal – P	běh – A	futsal – A badminton – A
AP	florbal – P	fitness – A	běh – A	futsal – A
JN		běh – A	florbal – A cyklistika – A	fitness – A futsal – A

P – na profesionální úrovni; A – na úrovni amatérské.

Tabulka č. 2. Antropometrické ukazatele probandů před intervencí

Proband	Věk	Váha v kg	Výška v cm	Celková SH v kg	SH PHK v kg	SH LHK v kg
MS	24,65	83,5	185,3	65	4,1	3,8
VL	23,31	69,2	180,1	62,4	3,8	3,7
MZ	25,30	80,1	180,6	65,4	4,1	4
AP	25,65	78,1	183,4	60,1	3,5	3,5
JN	26,79	72,6	179,2	61,1	3,6	3,6
Průměr	25,14	76,7	181,72	62,8	3,82	3,72
SD	1,15	5,15	2,27	2,09	0,25	0,17

Celková SH – celková svalová hmota; SH PHK – svalová hmota pravé horní končetiny; SH LHK – svalová hmota levé horní končetiny; SD – směrodatná odchylka.

Tabulka č. 3. Antropometrické ukazatele probandů po intervencí

Proband	Věk	Váha v kg	Výška v cm	Celková SH v kg	SH PHK v kg	SH LHK v kg
MS	24,84	87,1	185,6	66,8	4,2	4
VL	23,49	69	180,2	61	3,8	3,6
MZ	25,47	79,6	180,7	66,4	4,2	4,1
AP	25,84	80,3	183,7	61,4	3,7	3,6
JN	26,98	73,98	179,3	61,7	4,1	4
Průměr	25,32	77,98	181,90	63,46	4	3,86
SD	0,82	5,81	2,00	2,43	0,20	0,20

Celková SH – celková svalová hmota; SH PHK – svalová hmota pravé horní končetiny; SH LHK – svalová hmota levé horní končetiny; SD – směrodatná odchylka.

3.5 Metody sběru dat

Pro sběr antropometrických dat jsme využili laboratoř sportovní motoriky, kde jsme získali data prostřednictvím testovacího zařízení TANITA. Prostřednictvím Biokineticu jsme získávali data maximální vytrvalostní svalové síly horních končetin a dalších pohybových parametrů. V plaveckém bazénu jsme získali data z maximálního výkonu plavání vzdálenosti 50 m technikou kraul. Pro získání dalších informací o zájmových aktivitách probandů jsme použili dotazníkové šetření.

Tanita

Tanita je bioimpedanční přístroj zprostředkovávající analýzu tělesného složení. Váha využívá vícefrekvenční bioimpedanční analýzu, při měření pracuje s šesti frekvencemi pro maximální přesnost výsledků. Na základě pohlaví, kalendářního věku, výšky a typu jedince získává Tanita informace o celkovém množství tělesného tuku, celkové tělesné vodě, extracelulární a intracelulární podíl tělesné vody, množství svalové a kostní tkáně. Informace podává celkové, ale i rozdělené do pěti segmentů (trup, pravá a levá horní končetina, pravá a levá dolní končetina) (Polarczech, 2010).

Biokinetic

Biokineticem jsme se částečně zabývali v kapitole 2.1.5 Parametry plaveckého výkonu. Biokinetic slouží jako tréninkový přístroj pro plavce nebo plavce triatlonisty. Na Fakultě tělesné výchovy a sportu je hojně využíván. Biokinetic je zcela ojedinělý přístroj umožňující kromě rozvoje síly horních končetin rozvíjet také techniku záběrových pohybů zejména u kraulu. Jako takový je vhodný pro trénink. Biokinetic, který vlastní Fakulta tělesné výchovy a sportu prošel softwarovým vylepšením a při připojení počítače získáme několik užitečných informací týkajících se záběrových pohybů horních končetin. U Biokineticu máme možnost nastavit stupeň odporu od 0 do 9, což je v rozmezí od 20 do 200 W, při připojení počítače máme po ukončení testu informace ihned k nahlédnutí a možnému tisku (Horčic, 1994; Zikmund 2017).

Ve výzkumu se budeme zajímat především o informace týkající se:

- frekvence – počet pohybových cyklů za minutu na suchu,
- celkového času za 20 pohybových cyklů,
- celkové práce za 20 pohybových cyklů,
- průměrné dráhy za jeden záběr,
- práce za jeden záběr,
- průměrného výkonu na kg hmotnosti probanda,
- průměrný výkon za jeden záběr.

3.6 Organizace a průběh výzkumu

Na začátku celého výzkumu jsme se s Mgr. Danielem Jurákem, Ph.D. a probandy sešli v plavecké laboratoři, kde jsme probandy podrobněji informovali o průběhu výzkumu. Z hlediska časové náročnosti a studiu v zahraničí nás opustil jeden proband, který byl do

druhého dne nahrazen. V dalším týdnu byl proveden vstupní test, při kterém byl Biokinetic nastaven na stupeň odporu 4 a počet pohybových cyklů byl stanoven na 20. Počet stanovených záběrových cyklů nejvíc odpovídal plavané vzdálenosti na 50 m kraul. Test na 50 m kraul v plaveckém bazénu byl realizován v tentýž týden. Pro realizaci startu byli za potřebí dva lidé, jeden, který byl označen jako startér a druhý, který stopoval čas plaveckého výkonu. Stopky byly zapnuty v moment hvizdu a ukončeny při dotyku paže stěny bazénu, probandi plavali 50 m kraul maximální intenzitou. Instrukce se v plaveckém testu týkaly pouze startu a obrátky, nikoli dýchání a techniky provedení plaveckého způsobu kraul. Testu na Biokineticu a plaveckému testu předcházelo zahřátí, popřípadě rozplavání a aktivace kloubů. Po ukončení vstupního testu následovaly dva měsíce plánované intervence.

Výzkum probíhal po dobu dvou měsíců dvakrát v týdnu, kdy probandi docházeli do plavecké laboratoře na tréninky na Biokineticu. Z hlediska času bylo testování pro většinu probandů velice náročné, jelikož v době studia již chodili do svých zaměstnání, jedinou výhodou bylo, že jsme měli všichni obdobný rozvrh a organizace byla o to jednodušší. Na základě časové náročnosti jsem probandy požádal o zaslání jejich přesných rozvrhů a aktivit a stanovil dny, ve kterých budeme do laboratoře docházet. V průběhu výzkumu jsme většinou docházeli společně. V lednu se začátkem zkouškového období docházeli probandi individuálně do plavecké laboratoře. Během výzkumu všichni probandi pečlivě plnili docházku na tréninky i s jejich velkým časovým vytížením. V průběhu intervence probandi vyplnili jednoduchý dotazník týkající se jejich pohybových aktivit. Při tréninku se se probandi střídali, většinou trénink probíhal tak, že jeden proband cvičil a druhý odpočíval, poté se vyměnili. Počet záběrů na Biokineticu jsem probandům během cvičení počítal, jelikož Biokinetic, na kterém jsme trénovali, toho nebyl schopen.

Průběh tréninku:

- cviky pro protažení a kloubní pohyblivost,
- zahřátí a rozcvičení na Biokineticu,
- cvičení na Biokineticu 3 x 25 záběrů při stupni odporu 4, provedení maximálním úsilím,
- zklidnění (několik záběrů minimálním úsilím).

Při závěrečném testování jsme opět získali antropometrická data prostřednictvím bioimpedanční váhy Tanita, poté jsme získávali parametry výkonu horních končetin na Biokineticu a v plaveckém bazénu jsme změřili čas z plaveckého testu na 50 m kraul. Instrukce v testu na 50 m kraul byly stejné jako v úvodním testování. Stejně jako úvodní testování i závěrečné obsahovalo zahřátí, protažení a poučení, kdy mohou probandi test začít a

informovali jsme se o jejich aktuálním zdravotním stavu, zdali se cítí v pořádku a bez nevolností. Zdůraznili jsme, že v případě nevolnosti v průběhu testu, stejně jako tomu bylo v průběhu počátečního testu i dvouměsíční intervence, test mohou kdykoli ukončit.

3.7 Zpracování dat

Data, která jsme získali z pretestu a posttestu jsme zaznamenávali do tabulek a grafů a vyhodnocovali je prostřednictvím programu MS excel. Pro některé výpočty jsme použili statistický program NCSS 2019. Převážná část dat byla hodnocena na základě deskriptivní statistiky a použitím Z-bodů a T-bodů.

Z-body ztotožňují průměr výkonu s nulou, výkony tak převádíme na standartní skóry a zjišťujeme jaký výsledek je hodnotnější. V případě, že je daný výkon lepší než průměr, jsou kladné, horší výsledky jsou záporné, ale nesmíme zapomenout na to, že takto se dají hodnotit výkony v hodu kriketovým míčkem nebo skoku do dálky, čas hodnotíme obráceně. Hodnotnější výsledky v sekundách jsou tak zobrazeny v hodnotách se znaménkem mínus. T-body jsou obdobné jako Z-body, ale nepracují se zápornými čísly (Havel, Hnízdil, 2008).

4 Výsledky

V následujících tabulkách a grafech budou poskytnuty výsledky z pretestu a posttestu všech probandů účastnících se intervenčního posilovacího programu.

PROBAND MS

V tabulce č. 4 jsou prezentovány výsledky testů probanda MS

Sledované proměnné	pretest	posttest
Sportovní specializace	tenis	
Dominantní HK	pravá	
Test na 50 m	39,1 s	36,8 s
F/1.min ⁻¹	46,2 z	51,3 z
Celková dráha	49,08 m	47,38 m
W.kg ⁻¹	2,04 W	2,31 W
Ø výkon záběru PR	171 W	184 W
Ø výkon záběru LR	124 W	153 W

F/1.min⁻¹ – počet záběrů za minutu; W.kg⁻¹ – výkon na kilogram hmotnosti; Ø – průměr; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; z – záběrů, W – watty; m – metry; s – sekundy.

PROBAND VL

V tabulce č. 5 jsou prezentovány výsledky testů probanda VL

Sledované proměnné	pretest	posttest
Sportovní specializace	florbal	
Dominantní HK	pravá	
Test na 50 m	41 s	39,5 s
F/1.min ⁻¹	41,3 z	47,6 z
Celková dráha	45,89 m	43,88 m
W.kg ⁻¹	1,98 W	2,25 W
Ø výkon záběru PR	123 W	126 W
Ø výkon záběru LR	116 W	143 W

F/1.min⁻¹ – počet záběrů za minutu; W.kg⁻¹ – výkon na kilogram hmotnosti; Ø – průměr; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; z – záběrů; W – watty; m – metry; s – sekundy.

PROBAND MZ

V tabulce č. 6 jsou prezentovány výsledky testů probanda MZ

Sledované proměnné	pretest	posttest
Sportovní specializace	fotbal	
Dominantní HK	pravá	
Test na 50 m	38,9 s	38,1 s
F/1.min ⁻¹	35,1 z	43,1 z
Celková dráha	55,3 m	53,45 m
W.kg ⁻¹	1,63 W	2,01 W
Ø výkon záběru PR	140 W	124 W
Ø výkon záběru LR	126 W	127 W

F/1.min⁻¹ – počet záběrů za minutu; W.kg⁻¹ – výkon na kilogram hmotnosti; Ø – průměr; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; z – záběrů; W – watt; m – metry; s – sekundy.

PROBAND AP

V tabulce č. 7 jsou prezentovány výsledky testů probanda AP

Sledované proměnné	pretest	posttest
Sportovní specializace	florbal	
Dominantní HK	pravá	
Test na 50	36,9 s	36,5 s
F/1.min ⁻¹	47,7 z	53,9 z
Celková dráha	49,17 m	46,17 m
W.kg ⁻¹	2,06 W	2,26 W
Ø výkon záběru PR	141 W	148 W
Ø výkon záběru LR	124 W	141 W

F/1.min⁻¹ – počet záběrů za minutu; W.kg⁻¹ – výkon na kilogram hmotnosti; Ø – průměr; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; z – záběrů; W – watt; m – metry; s – sekundy.

PROBAND JN

V tabulce č. 8 jsou prezentovány výsledky testů probanda JN

Sledované proměnné	pretest	posttest
Sportovní specializace	florbal	
Dominantní HK	pravá	
Test na 50 m	38,8 s	36 s
F/1.min ⁻¹	34,9 z	52,9 z
Celková dráha	52,7 m	47,57 m
W.kg ⁻¹	1,55 W	2,94 W
Ø výkon záběru PR	101 W	176 W
Ø výkon záběru LR	88 W	187 W

F/1.min⁻¹ – počet záběrů za minutu; W.kg⁻¹ – výkon na kilogram hmotnosti; Ø – průměr; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; z – záběrů; W – watt; m – metry; s – sekundy.

Výsledky z pretestu a posttestu všech probandů jsme shrnuli do tabulky číslo 9 a 10, které jsou zpracovány deskriptivní statistikou, mezi kterou jsme zahrnuli hodnocení výsledků na základě Z-bodů, a z nich odvozených T-bodů.

Tabulka č. 9. Výsledky sledovaných dat (Biokinetic, test na 50 m kroul) – pretest

Probandi	Test na 50 m	F/1.min-1	Celková dráha	W.kg-1	Ø výkon PR	Ø výkon LR
JN	38,8 s	34,9 z	52,70 m	1,55 W	101 W	88 W
AP	36,9 s	47,7 z	49,17 m	2,06 W	141 W	124 W
MZ	38,9 s	35,1 z	55,30 m	1,63 W	140 W	126 W
VL	41 s	41,3 z	45,89 m	1,98 W	123 W	116 W
MS	39,1 s	46,2 z	49,08 m	2,04 W	171 W	124 W
Median	38,90 s	41,30 z	49,17 m	1,98 W	140,00 W	124,00 W
Ø	38,94 s	41,04 z	50,43 m	1,85 W	135,20 W	115,60 W
S ²	1,69 s	28,81 z	10,58 m	0,05 W	531,36 W	202,24 W
SD	1,30 s	5,37 z	3,25 m	0,22 W	23,05 W	14,22 W

F/1.min-1 – počet záběrů za minutu; W.kg-1 – výkon na kilogram hmotnosti; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; Ø – průměr; S² – rozptyl; SD – směrodatná odchylka; W – watt; m – metry; s – sekundy.

Tabulka č. 10. Výsledky sledovaných dat (Biokinetic, test na 50 m kraul) – posttest

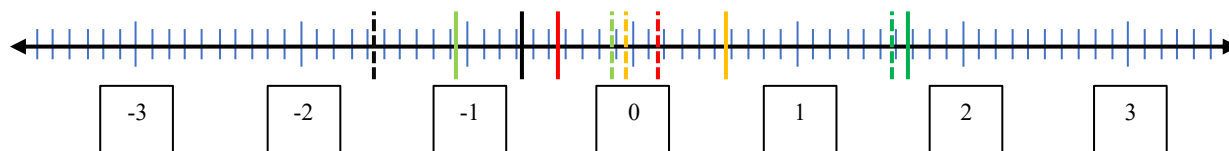
Probandi	Test na 50 m v s	F/1.min-1	Celková dráha (m)	W.kg-1	Ø výkon PR	Ø výkon LR
JN	36 s	52,9 z	47,57 m	2,94 W	176 W	187 W
AP	36,5 s	53,9 z	46,17 m	2,26 W	148 W	141 W
MZ	38,1 s	43,1 z	53,45 m	2,01 W	124 W	127 W
VL	39,5 s	47,6 z	43,88 m	2,25 W	126 W	143 W
MS	36,8 s	51,3 z	47,38 m	2,31 W	184 W	153 W
Median	36,80 s	51,30 z	47,38 m	2,26 W	148,00 W	143,00 W
Ø	37,38 s	49,76 z	47,69 m	2,35 W	151,60 W	150,20 W
S ²	1,61 s	15,68 z	10,02 m	0,10 W	615,04 W	407,36 W
SD	1,27 s	3,96 z	3,17 m	0,31 W	24,80 W	20,18 W

F/1.min-1 – počet záběrů za minutu; W.kg-1 – výkon na kilogram hmotnosti; PR – pravá ruka; LR – levá ruka; HK – horní končetina; Ø – průměr; S² – rozptyl; SD – směrodatná odchylka; W – watt; m – metry; s – sekundy.

Z výsledků vyplývá, že jednotliví probandi se vlivem dvouměsíčního intervenčního cvičení na plaveckém trenažeru Biokinetic zlepšili. V průměru naměřených hodnot se probandi zlepšili o 3,9 % v testu na 50 m kraul.

Hodnocení testu na 50 m kraul před a po dvouměsíční intervenci jsme zobrazili pomocí Z-bodů a T-bodů, které jsou zaneseny na osu, viz grafy číslo 1 a 2. Z-body na grafu číslo 1 ztotožňují průměr výkonu s nulou, a protože se jedná o výsledky v čase, přesněji ve vteřinách, jsou hodnotnější (rychlejší čas) výsledky zobrazeny nalevo od 0 tzn. se znaménkem -. T-body na grafu číslo 2 jsou odvozeny od Z bodů, ale nepracují se zápornými čísly. Hodnota 50 bodů zobrazuje průměr osy, takže hodnotnější výsledky z posttestu jsou zobrazeny též v levé části osy.

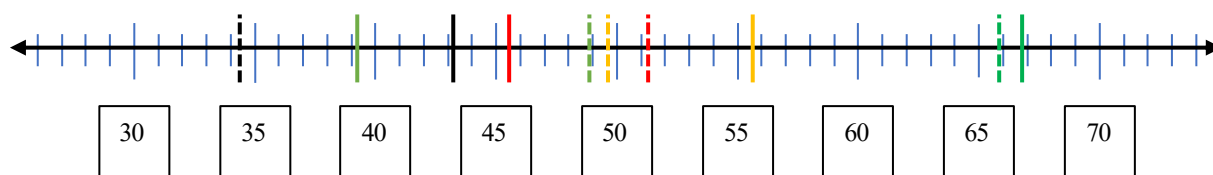
Jednotlivé barvy na grafu číslo 1 a 2 odpovídají jednotlivým probandům, pretest a posttest jsme odlišili jiným typem čar. Čerchovaná čára označuje hodnoty pretestu a plná čára zobrazuje hodnoty posttestu, viz legenda.



Graf č. 1. Zobrazuje Z-body probandů z pretestu a posttestu

Legenda: **proband JN**; **proband AP**; **proband MS**; **proband MZ**; **proband VL**

Typ čar: čerchovaná čára – pretest; plná čára – posttest



Graf č. 2. Zobrazuje T-body probandů z pretestu a posttestu

Legenda: proband JN; proband AP; proband MS; proband MZ; proband VL

Typ čar: čerchovaná čára – pretest; plná čára – posttest

Je patrné, že ve vztahu k průměru se zlepšili v celkovém součtu pouze dva probandi, což je zřejmě dané velikým zlepšením probanda JN a MS, kteří výrazně ovlivnili průměrnou hodnotu výsledků v testu na 50 m kraul.

Vlivem intervenčního cvičení se počet záběrů v průměru naměřených hodnot zvýšil o 21 % za minutu oproti pretestu. Celková dráha záběrů se v průměru naměřených hodnot zmenšila o 5,4 % m oproti pretestu. Výkon na kilogram hmotnosti se v průměru naměřených hodnot oproti pretestu zvýšil o 27 % W. Průměrný výkon se v průměru naměřených hodnot u pravé ruky vlivem intervence zvýšil o 12 % W a u levé ruky 29,9 % W.

Do tabulka číslo 11 jsme zanesli výsledky průměrného výkonu na kilogram hmotnosti u všech pěti probandů. Tabulka obsahuje rozdíly výsledků mezi pretestem a posttestem.

Tabulka č. 11. Průměrné výkony probandů na kg hmotnosti ve W

proband	pretest	posttest	rozdíl
JN	1,55 W	2,94 W	1,39 W
MZ	1,63 W	2,01 W	0,38 W
VL	1,98 W	2,25 W	0,27 W
MS	2,04 W	2,31 W	0,27 W
AP	2,06 W	2,26 W	0,2 W
průměr±SD	1,9±0,2 W	2,4±0,3 W	0,5±0,4 W

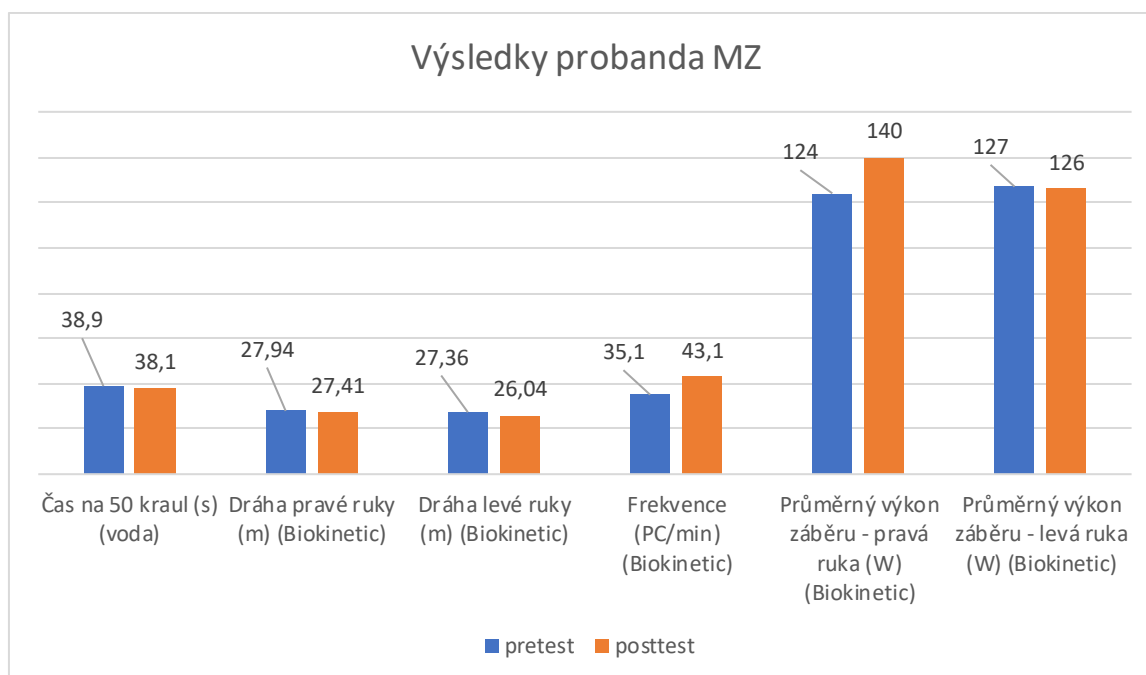
W – watty.

5 Diskuse

Posilovacího cvičení na Biokineticu, které trvalo dva měsíce, mělo na každého probanda odlišný vliv. Následně zhodnotíme jednotlivé výsledky probandů v testu na 50 m kraul a na Biokineticu. V závěru shrneme jednotlivé výsledky mezi všemi probandy a odpovíme na výzkumné otázky.

Proband MZ

U probanda MZ nastalo zlepšení o 2,1 % na plavecké trati 50 m kraul. Celková dráha na Biokineticu klesla oproti pretestu o 1,85 m, což mohlo být zapříčiněno vzestupem frekvence záběrových pohybů. Celková dráha pravé ruky výrazně neklesla ani nestoupla, ale průměrný výkon pravé ruky stoupl o 16 W. Naopak u levé ruky došlo k poklesu celkové vzdálenosti a průměrný výkon záběru se také snížil, ovšem ne nijak významně, průměrný výkon byl nižší o 0,8 %. Vzhledem k ostatním probandům jsme u probanda MZ zaznamenali větší zkrácení záběrového pohybu u levé ruky. Průměrný výkon s přenosem na kilogram hmotnosti se zvýšil, ale výkony záběrů pravé a levé ruky byly obdobné jak v pretestu, tak v posttestu, tím bychom mohli hovořit o tom, že u probanda nedošlo k poklesu techniky vlivem intervenčního cvičení na Biokineticu. Proband na začátku testování uvedl, že mezi jeho aktivitami převládá fotbal, kde ruce nevykonávají silové pohyby. Výsledky výrazně nenaznačují na vliv dominantní horní končetiny, kterou nám proband uvedl. U probanda byl zjištěn nárůst svalové hmoty na pravé a levé horní končetině, viz tabulka číslo 2 a 3, celkový nárůst svalové hmoty byl vyšší o 1,5 % oproti pretestu. Souhrn vybraných hodnot jsme zobrazili v grafu číslo 4.

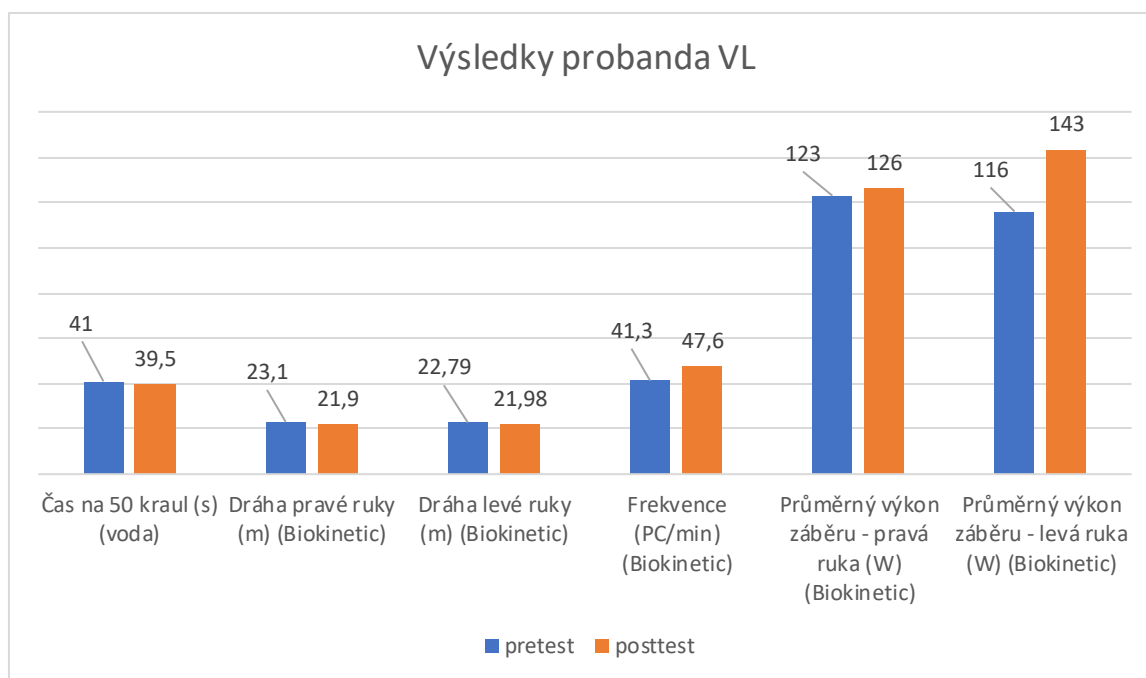


Graf č. 3. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda MZ.

s – sekundy; m – metry; W – wattly; PC/min – počet cyklů za minutu

Proband VL

Proband VL se v plavecké trati na 50 m kraul zlepšil o 3,7 % oproti pretestu. Výsledky na plaveckém trenažeru ukázaly, že došlo ke snížení celkového času, ve kterém proband vykonával záběrové pohyby. Frekvence záběrů se zvýšila, také se zvýšil průměrný výkon probanda, a to především u levé ruky, což můžeme předpokládat za jediné možné vysvětlení toho, proč se proband v plaveckém testu zlepšil, jelikož jsme zaznamenali také pokles celkové dráhy. Je zajímavé, že dráha pravé ruky byla v pretestu delší než dráha levé ruky, v posttestu však byla delší dráha levé ruky o 0,4 % oproti pravé ruce. Z výsledků Tanity jsme se dozvěděli, že svalová hmota levé paže vzrostla o necelé 3 %, viz tabula číslo 2 a 3, přičemž svalová hmota pravé paže zůstala stejná, ale celková svalová hmota klesla o 2 %. Výkon záběru pravé a levé ruky měl zpočátku vysoké hodnoty, ovšem v první třetině jeho výkony z posttestu klesly mezi výkony pretestu, viz obrázek číslo 8. Souhrn vybraných hodnot jsme zobrazili v grafu číslo 5.

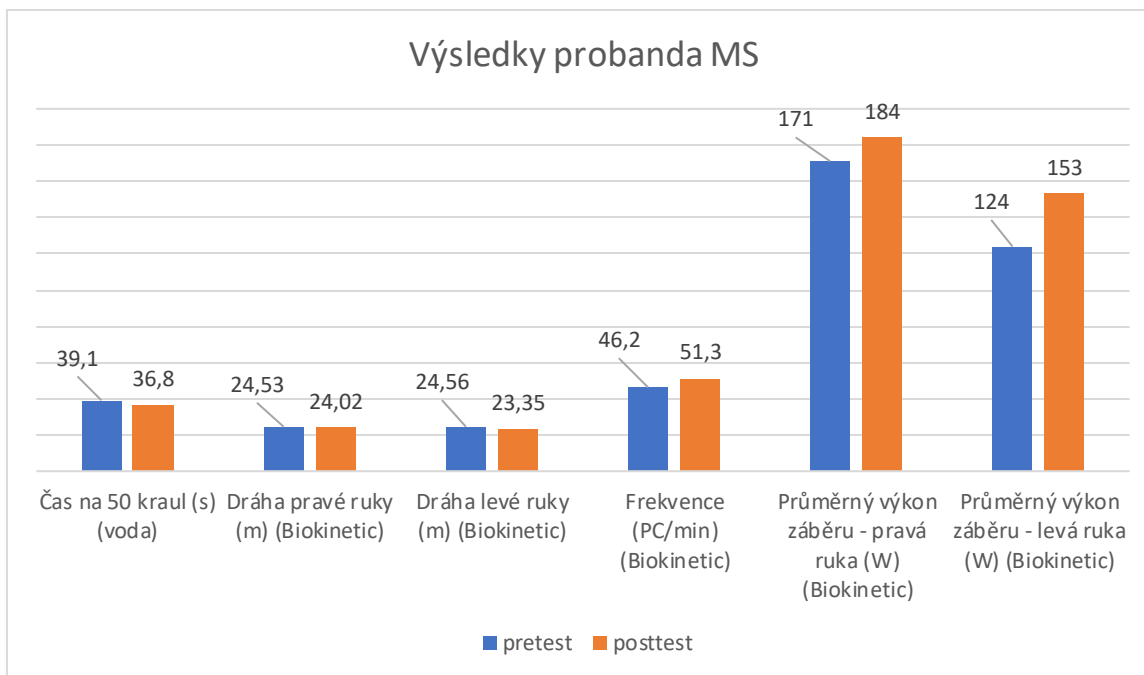


Graf č. 4. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda VL.

s – sekundy; m – metry; W – wattly; PC/min – počet cyklů za minutu

Proband MS

Proband MS se v plaveckém testu na 50 m kraul zlepšil o 5,9 % oproti svému předchozímu času z pretestu. Výsledky na plaveckém trenažeru odpovídají zlepšení v plaveckém výkonu. Průměrné hodnoty výkonu záběru u pravé a levé ruky jsou v tabulce 9 a 10 odděleny a posun ve výkonu je u probanda zřejmý. Výkon záběru levé ruky se zvýšil o 23,4 %, ale záběrová fáze se zkrátila, což může být zapříčiněno zkrácováním záběrové fáze, konkrétně fáze odtlačení, kdy se dle Hofera et al. (2016) vrací ramenní osa do vodorovné polohy, to se u probanda pravděpodobně nestalo. Dle těchto výsledků bychom se mohli domnívat, že technika plavce se mohla ve výkonu na 50 m zhoršit. Na základě výsledků TANITY jsme zjistili, že svalová hmota probanda během intervenčního programu vzrostla, a to na pravé i na levé ruce, viz tabulka číslo 2 a 3. Na výsledcích je jasně vidět, že pravá ruka vykazuje lepší hodnoty než levá, vliv dominantní horní končetiny je tak zcela jasný. Souhrn vybraných hodnot jsme zobrazili v grafu číslo 6.

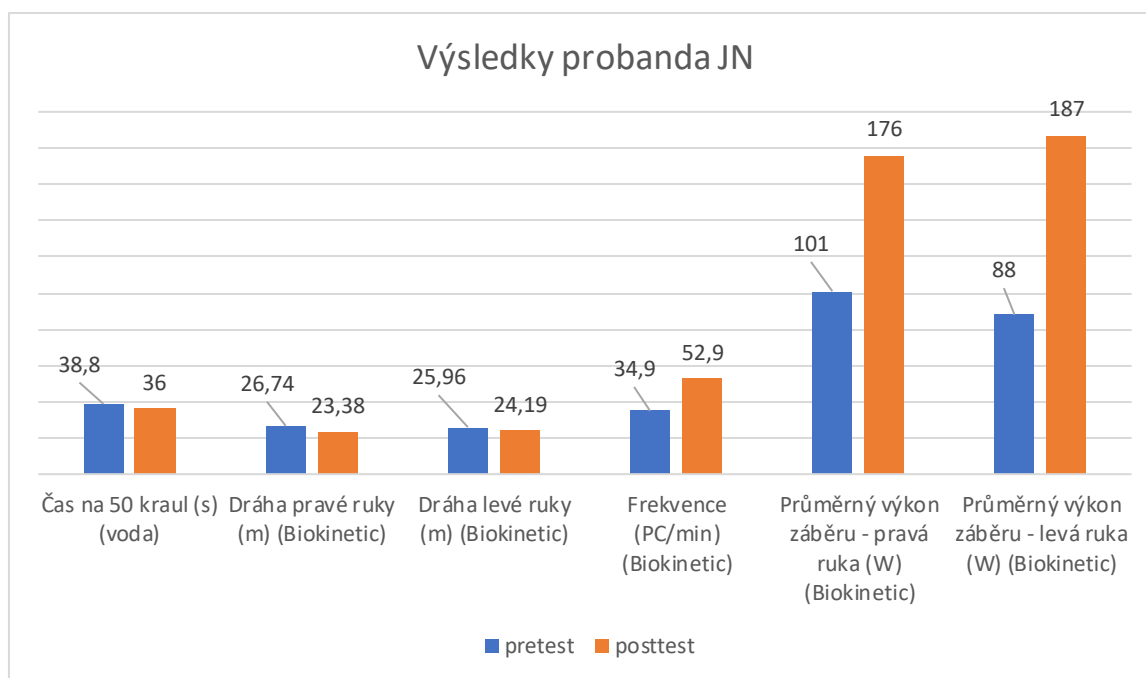


Graf č. 5. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda MS.

s – sekundy; m – metry; W – wattly; PC/min – počet cyklů za minutu

Proband JN

Výkony probanda JN mezi pretestem a posttestem na plaveckém trenažeru jsou enormní, výsledné hodnoty v plaveckém bazénu taktéž. Na 50 m trati se proband JN zlepšil o necelých 7,2 %, což je na tak krátké vzdálenosti poměrně hodně. Výsledky tak oproti ostatním vykazují extrémní hodnoty. Mohlo to být způsobeno tím, že výkon záběrů u pravé a levé ruky, viz obrázek č. 7, byl v pretestu kontinuální. Výkon v průběhu pretestu výrazně neklesal, ani nestoupal, zatímco v posttestu je vidět, že v průběhu testu byl mírný propad a rozdíly mezi maximem a minimem byly přibližně o 100 W u levé ruky a u pravé cca o 70 W, zatímco v pretestu byly rozdíly u pravé cca o 30 W a u levé cca o 20 W. Frekvence záběrů u probanda stoupla, celková dráha však zaznamenala pokles, a to především u pravé ruky. U probanda z výsledků TANITY jsme zjistili, že nárůst svalové hmoty není nijak velký, celková svalová hmota se zvýšila o pouhé 1 %. Ovšem zaznamenali jsme nárůst svalové hmoty, a to jak u pravé, tak u levé horní končetiny, viz tabulka číslo 2 a 3. Svalová hmota pravé i levé horní končetiny se zvýšila o necelé 3 %. Je zajímavé, že ačkoli má proband dominantní horní končetinu pravou, tak levá ruka zaznamenala v posttestu vyšší výkon oproti pravé ruce. Velké změny ve výkonu probanda si tak můžeme vysvětlit vyšší motivovaností oproti ostatním probandům účastnících se výzkumu. Souhrn vybraných hodnot jsme zobrazili v grafu číslo 7.

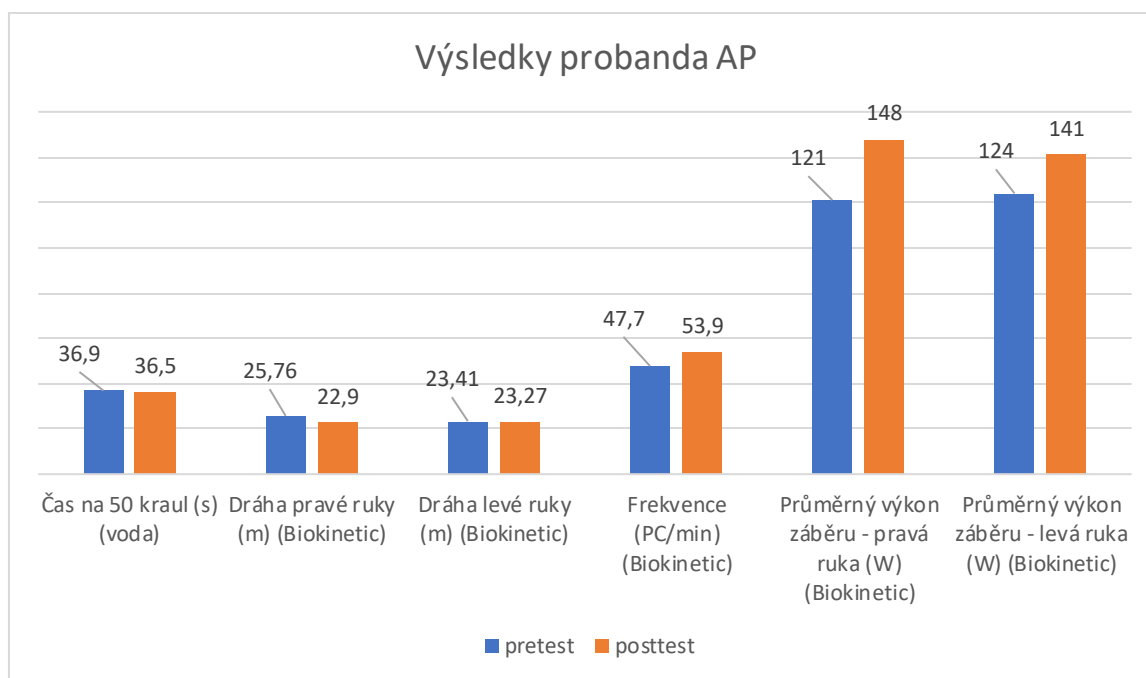


Graf č. 6. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda JN.

s – sekundy; m – metry; W – wattly; PC/min – počet cyklů za minutu

Proband AP

Proband AP v pretestu zaznamenal zlepšení v plaveckém testu na 50 m kraul o 1,1 % sekundy oproti posttestu. Výkony probanda vykazují také vyšší frekvenci v posttestu a snížení celkové dráhy záběrů. Dráha levé ruky byla oproti pretestu kratší o 0,14 m, což je velice málo, dále je zajímavé, že u probanda v pretestu byla délka dráhy u pravé ruky delší, zatímco v posttestu tomu bylo naopak. Z obrázku č. 9 je patrné, že výkon záběrů pravé a levé ruky měl klesající charakter, přibližně v 1/3 došlo ke sloučení výkonů s pretestem. Zatímco křivka pravé ruky se výrazně nezměnila, křivka levé ruky se v posttestu drží nad křivkou levé ruky z pretestu. Proband nám pověděl, že jeho dominantní horní končetina je pravá, ačkoli dráha byla kratší, tak průměrný výkon pravé ruky byl o 7 W vyšší než u levé. Levá ruka probanda se v posttestu dostala na stejný výkon jako jeho pravá v pretestu. V nárůstu svalové hmoty jsme zaznamenali změny, jak u pravé, tak u levé horní končetiny, viz tabulka číslo 2 a 3. Souhrn vybraných hodnot jsme zobrazili v grafu číslo 8.



Graf č. 7. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda AP.

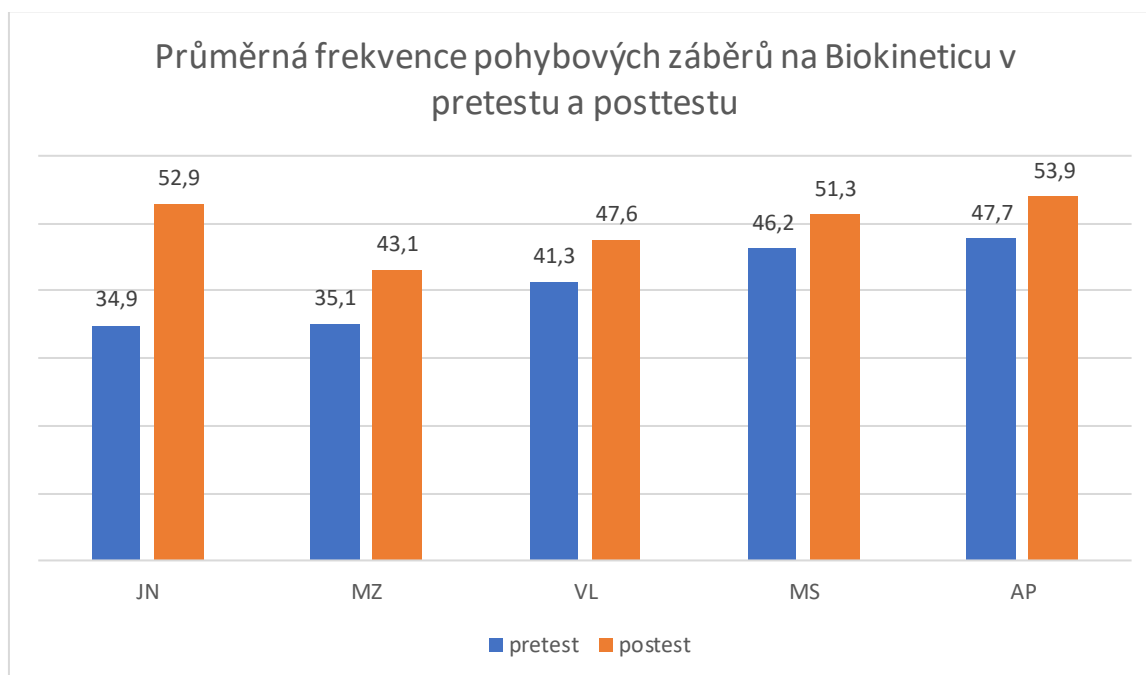
s – sekundy; m – metry; W – wattly; PC/min – počet cyklů za minutu

Celkové hodnocení výsledků všech probandů výzkumu.

Po dvouměsíční intervenci posilovacího cvičení na Biokineticu můžeme říct, že vliv na výkon na plavecké trati na 50 m kraul byl u všech probandů pozitivní. Největší rozdíl z pretestu a z posttestu byl zaznamenán u probanda JN, u kterého je rozdíl mezi jednotlivými výkony až 7,2 %, probanda MS se zlepšil oproti pretestu o 5,9 %. Na celkový výsledek měl nejmenší vliv proband AP, u kterého došlo ke zlepšení o pouhé 1 %. Můžeme se pouze domnívat, zdali by se to dalo říct i o technice provedení, vezmeme-li v úvahu, že u všech jedinců došlo ke zvýšení výkonu, frekvence, snížila se rychlost a také se snížila celková dráha pravé a levé ruky na Biokineticu.

Především snížení celkové dráhy záběru, by nás v tomto ohledu mohlo znepokojovat, jelikož vlivem co nejlepšího výkonu zřejmě nedocházelo k zapojování všech svalových skupin, které by se pohybu měly účastnit. Zejména svalů zapojovaných ve fázi odtlačení. Tato část záběru byla pravděpodobně zkracována. Na celkovou dráhu, která se v průměru naměřených hodnot všech členů výzkumu snížila o 5,4 % oproti pretestu. má dle našich domněnek velký vliv zvýšená frekvence záběrů. Frekvence záběrů se u všech probandů po dvouměsíční intervenci zvýšila. V průměru naměřených hodnot se frekvence zvýšila o 8,72 záběrů za minutu, což je o 21 % vyšší frekvence, než byla v pretestu. Největší změna nastala

u probanda JN, jehož procentuální rozdíl v celkovém výsledku celé skupiny je 5 %, záznam průměrné frekvence pohybových záběrů obou horních končetin je zobrazen na grafu číslo 9.



Graf č. 8. Průměrná frekvence pohybových záběrů z pretestu a posttestu na Biokineticu

Skupina účastníků se intervenčního testu je složena z jedinců, kteří jsou ve svém sportu převážně jednostranně zatěžováni. To znamená, že by mohla mít jejich dominantní horní končetina vyšší průměrný výkon, a to jak v pretestu, tak v posttestu. Podobně se s touto souvislostí zabývali Carpenter et al. (1998), tito autoři se spíše zabývali propriocepcí v ramenním kloubu, ale částečně otevřeli téma propulze dominantní horní končetiny a její vliv na propulzi.

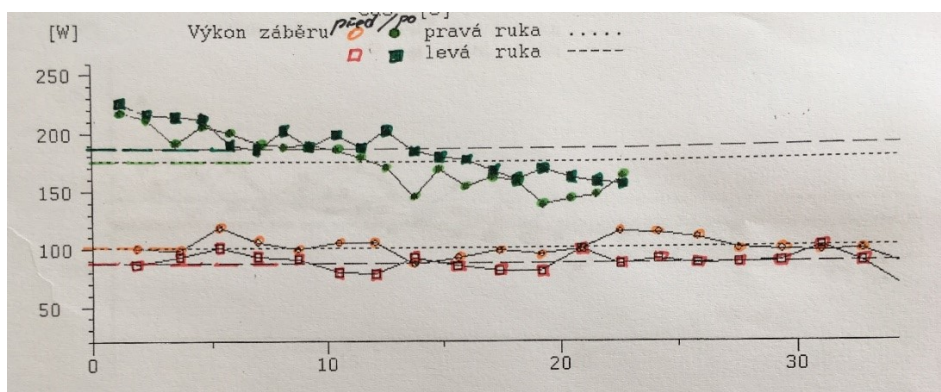
Výsledné hodnoty průměrného výkonu pravé a levé ruky probandů jsou zobrazeny v tabulce číslo 12. Výsledky vykazují u levé ruky veliké zlepšení, kdy se skupina zlepšila vlivem intervence v průměru o 29,9 %. Vzhledem k hodnotě směrodatné odchylky u posttestu můžeme říct, že ačkoli se probandí zlepšili, vzdálenost od průměru se u levé ruky zvýšila. V porovnání s pravou rukou si můžeme všimnout, že rozdíl směrodatné odchylky v pretestu a posttestu není tak výrazný. V posttestu se směrodatná odchylka od průměru u pravé i levé ruky zvýšila, ale zatímco u pravé se zvýšila minimálně, u levé je rozdíl poměrně veliký. Dominantní horní končetinu z výsledků nemůžeme jednoznačně potvrdit u všech probandů. Pouze u probanda MS můžeme jednoznačně určit, že jeho dominantní horní končetina je pravá, výsledky tak vykazují souvislost se sportem, kterému se věnuje.

Tabulka č. 12. Souhrn výsledků průměrného výkonu u pravé a levé ruky z pretestu a posttestu na Biokineticu

Proband	pretest		posttest	
	pravá ruka	levá ruka	pravá ruka	levá ruka
JN	101 W	88 W	176 W	187 W
MZ	124 W	127 W	140 W	126 W
VL	123 W	116 W	126 W	143 W
MS	171 W	124 W	184 W	153 W
AP	141 W	124 W	148 W	141 W
průměr±SD	135,2±23,05 W	115,6±14,22 W	151,6±24,80 W	150,2±20,18 W

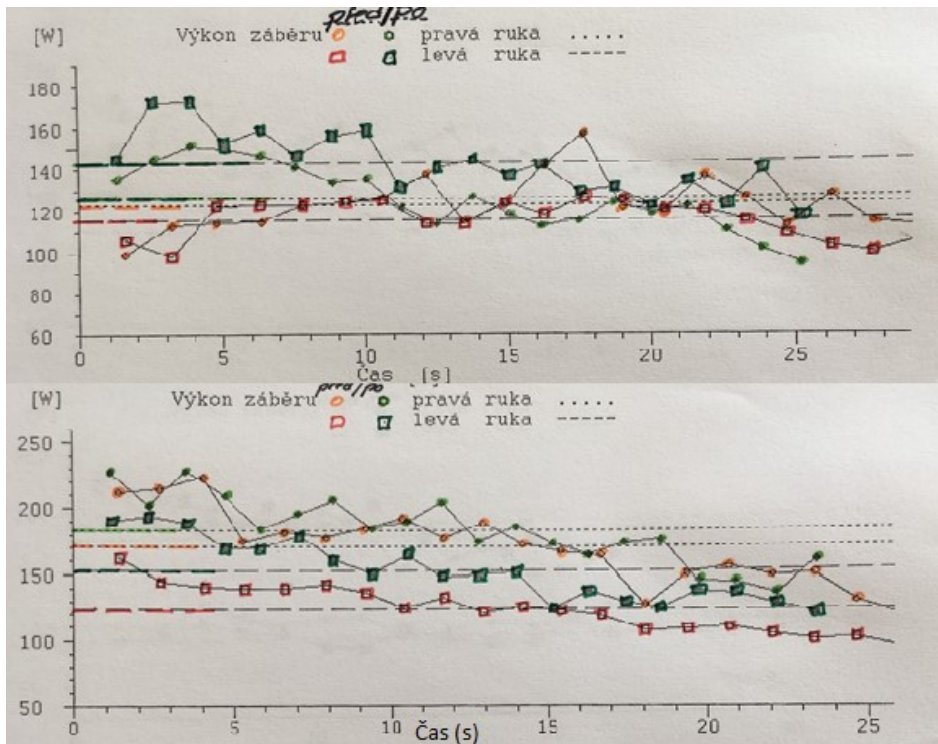
W – watty.

Na základě výrazného zvýšení výsledných hodnot v posttestu u probanda JN poskytneme výsledky, které ukazují vykonávané záběry pravou a levou rukou zvlášť. Pro lepší přehlednost jsme výsledky zvýraznili u jednotlivé ruky jinou barvou, viz obrázky číslo 7, 8 a 9.

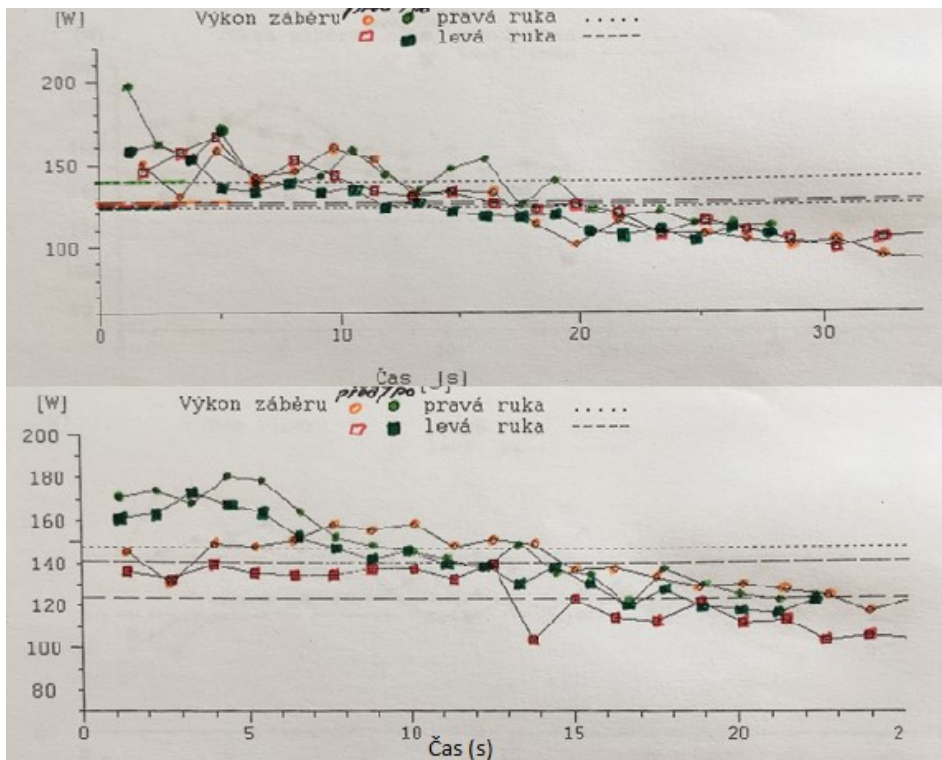


Obrázek č. 7. Výkon ve watech (W) probanda JN v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.

U probanda JN na rozdíl od zbytku probandů účastnících se intervenčního programu si můžeme všimnout, že v pretestu (označený červenou a oranžovou barvou) je linie záběru kontinuální, záběry v průběhu práce mírně klesají a mírně stoupají. Na rozdíl od posttestu (označený světle a tmavě zelenou barvou), kde je jasná kontinuální klesající tendence. Tato klesající tendence je vidět rovněž u probandů MS, AP, MZ, VL v pretestu i posttestu na obrázku číslo 8 a 9. Jak je vidět, tak výrazné zlepšení nenastalo u výkonu záběru pravou a levou paží u probanda MZ. Proband MS zvýšil výkon záběru především u levé ruky, čehož si rovněž můžeme všimnout i u probanda VL. Proband AP držel zpočátku výkon levé ruky poměrně vysoko. Zřejmě vlivem únavy v konečné fázi testu klesly zpět na výkony z předešlého testování, stejně tak tomu bylo v případě pravé ruky.



Obrázek č. 8. Výkony ve wattech (W) zbývajících probandů (horní graf) VL a (spodní graf) MS v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.



Obrázek č. 9. Výkony ve wattech (W) zbývajících probandů (horní graf) MZ a (spodní graf) AP v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.

Na základě výsledků z pretestu a posttestu můžeme odpovědět na výzkumné otázky:

1. Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu maximální výkon na 50 m kraul?

Dvouměsíční posilovací program měl na probandy pozitivní dopad, transfer síly z nesespecifického do specifického prostředí můžeme taktéž hodnotit kladně. Všichni probandi zaznamenali během dvouměsíční intervence zlepšení o 3,9 % oproti pretestu. Výsledek byl ovlivněn především výkony probandů MS a JN, jejichž zlepšení na 50 m trati bylo o více než 2 s, a to byla na této vzdálenosti poměrně velká změna. Na základě výsledků testů se můžeme domnívat, že zvýšená frekvence záběrů z testu na Biokineticu mohla ovlivnit frekvenci záběrů v plaveckém testu. Zvýšená frekvence záběrů není účelná v momentě, pokud dochází ke zkrácení záběrové fáze, což může vést ke zhoršení plaveckého výkonu. Pokud vlivem zvýšené frekvence dochází ke zlepšení výkonu, zkrácení záběrové fáze nemůžeme hodnotit negativně. V našem případě by bylo potřeba, aby probandi, s rozvojem svalové síly rovněž dbali i na udržení délky záběru v průběhu cvičení. Tanaka a Swensen (1998) a Kraemer et al. (1995) podporují myšlenku, že odporová cvičení mají vliv u plavců sprinterů a tato forma tréninku může vést ke zvýšení výkonnosti. Sharp et al. (1982) uvádí, že svalová síla horních končetin a plavecká síla korelovaly s plaveckou rychlostí. Celkový výsledek podporují také výsledky získané Strassem (1988) a Giroidem et al. (2012), kteří ve svých výzkumech také zaznamenali pozitivní transfer.

2. Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu celkové množství tukuprosté svalové hmoty těla a horních končetin?

Všichni probandi mimo probanda VL zvýšili v rozmezí dvou měsíců celkové množství tukuprosté svalové hmoty těla. Pouze u probanda VL jsme zaznamenali pokles celkové tukuprosté svalové hmoty těla, který byl ovlivněn poklesem celkové tukuprosté svalové hmoty na dolních končetinách. Při rozhovoru s probandem jsme zjistili, že před intervencí proband opustil klub působící v extralize a začal hrát v divizní soutěži, kde zřejmě není trénink několikrát v týdnu. Menší tréninkové vyčerpání mohlo být jedním z faktorů, které částečně ovlivnilo probandovi výsledky. Nárůst celkové tukuprosté svalové hmoty na horních končetinách byl u všech probandů pozitivní, většina probandů zaznamenala nárůst minimální 0,1 kg, výjimečně 0,2 kg. Tento nárůst je dle mého názoru velmi malý, může odpovídat krátké době, během které byla intervence realizována nebo takovýto nárůst celkové tukuprosté svalové hmoty horních končetin může být zapříčiněn chybou přístroje, který je zkonstruován na základě statistického průměru.

3. *Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu parametry provedení posttestu (frekvenci záběrů a dráhu záběrů)?*

Během dvouměsíčního posilovacího programu na Biokineticu došlo ke zvýšení frekvence pohybových záběrů, ale ke snížení celkové dráhy záběrů, a tudíž i ke snížení dráhy pravé a levé ruky. Zvýšení frekvence a snížení dráhy mohlo být zapříčiněno špatným technickým provedením, kdy probandi mysleli hlavně na výkon nikoli na techniku provedení. Probandi se v posttestu přiblížili celkovému průměru, kdy směrodatná odchylka byla $\pm 3,96$ záběrů za minutu, zatímco v pretestu byla směrodatná odchylka $\pm 5,37$ záběrů za minutu. Zajímavé by také bylo zjistit frekvenci záběrů horních končetin v plaveckém testu na 50 m a ověřit, zdali zvýšená frekvence na Biokineticu mohla mít vliv na zvýšení frekvence v plaveckém testu na 50 m. Hofer et al. (2016) uvádí, že můžeme vidět vyšší frekvenci záběrů u plavců menšího vzrůstu, za kterou nepovažujeme výšku cca 180 cm, kterou disponovali naši probandi. Vyšší frekvence tak může výrazně ovlivnit propulzi plavce, která může mít u plavců sprinterů vliv na plavecký výkon.

4. *Ovlivní dvouměsíční posilovací program na Biokineticu parametry silových výkonů zvláště u pravé a levé horní končetiny?*

Během dvouměsíční intervence došlo k nárůstu parametrů silových výkonů. Průměrný výkon na kg hmotnosti vzrostl u všech probandů, bylo ale zajímavé, že ačkoli se proband VL nezlepšil v celkové práci, zaznamenal stejný posun ve výkonu na kg hmotnosti jako proband MS. Výrazný posun byl zaznamenán u probanda JN, který zaznamenal největší zlepšení ze všech probandů, jak jsme již popisovali. Výkon probanda JN byl v pretestu kontinuální, zatímco v posttestu byl zaznamenán mírný pokles. U výkonu pravé a levé ruky jsme zaznamenali také zlepšení, vyjma probanda VL, u kterého byl zpozorován pokles výkonu levé ruky, zatímco ostatní probandi zaznamenali vzestup výkonu levé ruky.

5. *Měla dominantní horní končetina zásadní vliv na průběh provádění testu svalové síly horních končetin na Biokineticu?*

Vliv dominantní horní končetiny jsme u všech probandů jednoznačně určit nedokázali. Výsledky, které jsme měli k dispozici ukazují výrazné zlepšení levé ruky o 29,9 % a u pravé o 12 %. Dráha pravé ruky se snížila o 6,6 % a dráha levé ruky se snížila o 4,2 %. Jednoznačně jsme mohli určit dominanci horní končetiny u probanda MS, u kterého výsledek průměrného výkonu vykazoval vyšší hodnoty u pravé ruky, a to jak v pretestu, tak v posttestu. Na výrazný

rozdíl u probanda měl také vliv sport, kterému se dlouhodobě věnuje, a ve kterém zatěžoval především svoji dominantní horní končetinu.

6 Závěr

Na základě výsledků plaveckého testu se domníváme, že cvičení na Biokineticu mělo vliv na pozitivní transfer svalové síly do plaveckého výkonu studentů bez plavecké kariéry. Výsledky testů na Biokineticu ukázaly, lepší plavecký výkon v testu na 50 m kraul, vyšší frekvenci záběrů, ale také zkrácení celkové dráhy záběru. Vyšší frekvence záběrů a kratší celková dráha může negativně ovlivnit celkový plavecký výkon, a to i v případě pozitivního transferu sil, kde vysoká frekvence a nedokončení záběrového pohybu narušuje celkovou techniku správného provedení. V našem případě, zvýšená frekvence záběrů a zkrácení délky záběru negativně neovlivnil plavecký výkon. Dominanci horní končetiny se na základě dostupných výsledků nepodařilo jednoznačně potvrdit, ale domníváme se, že dominantní horní končetina bude mít na plavecký výkon určitý vliv. Bylo by přínosné dominanci horních končetin znovu ověřit u většího počtu probandů, kteří mají odlišnou dominantní horní končetinu a zjistit, jak velký vliv má dominantní horní končetina na výkon, a to jak v plaveckých testech, tak prostřednictvím Biokineticu. I přesto, že se výsledky u všech probandů zlepšily, k jasnému potvrzení vlivu cvičení na Biokineticu a zlepšení plaveckého výkonu bychom přistoupili v případě, že se na výzkumu bude podílet větší množství probandů.

Používání Biokineticu v plaveckých trénincích má, dle mého názoru a výsledků intervenčního programu, vliv na zvýšení výkonnosti plavce. Podle slov předního českého plavce Jana Micky v rozhovoru s Šimánkem (2018), Biokinetic ovlivnil nejenom jeho výkony, ale také jeho propriocepci. Je ale důležité, aby technika provedení na Biokineticu při všech pokusech probíhala dle regulí a zvýšení výkonnosti nebylo provedeno na úkor techniky. Výsledek celkové dráhy, který nám Biokinetic poskytl, mohl být ovlivněn úsilím o co nejlepší výkon jednotlivých probandů.

Na základě výsledků výzkumu navrhuji doporučení do praxe:

- v průběhu cvičení na Biokineticu je nutné dodržet frekvenci záběru a délka záběru, která nesmí být v průběhu cvičení zkracována,
- ze začátku doporučujeme cvičit s nižším odporem, aby se plavci (probandi) zapracovali a poté můžeme odpor zvýšit.

7 Seznam použité literatury

1. ALILI, S. Technique and methodology of training in swimming crawl. *Sport Mont*, 2013, roč. 11, č. 37-38-39, s. 380-388.
2. ASPENES, S. T., KARLSEN, T. Exercise-Training Intervention Studies in Competitive Swimming. *Sports Medicine*. 2012, roč. 42, č. 6, s. 527-543.
3. ASPENES, S., KJENDLIE, P. L., HOFF, J., HELGERUD, J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2009, roč. 8, č. 3, s. 357-365.
4. BARTUŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: Učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 3. nezměn. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2811-0.
5. BROOKS, M. *Developing swimmers*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011a. ISBN 978-0-7360-8935-7.
6. BROOKS, M. *Rozvoj plavců žákovských kategorií*. Vydáno jako metodický materiál pro vnitřní potřeby ČSPS, 2011b.
7. BRTNÍK, T. Ultra – short race – pace training. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 2014, roč. 80, č. 4, s. 37-43.
8. BRTNÍK, T. Technika plavání dětí ve věku 11-15 let při aplikaci metody Ultra – short race – pace training. *Scientia Movens*, 2016.
9. CAPPAERT, J. M. Biomechanics of Swimming Analysed by Three-Dimensional Techniques, in: KESKINEN, K., KOMI, P., HOLLANDER, A. P., et al. Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming VII, *Jyväskylä, Finland*, 1999, s. 141-145.
10. CAPELLI, C., PENDERGAST, D. R., TERMIN, B. Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 1998, roč. 78, č. 5, s. 385-393.
11. CARPENTER, J. E., BLASER, R. B., PELLIZOZN, G. G. The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *Am J Sports Med*, 1998, roč. 26, č. 2, s. 262-265.
12. CAROLL, T. J., RIEK, S., CARSON, R. G. Neural adaptations to resistance training. Implications for movement control. *Sports Med*. 2001, roč. 31, č. 12, s. 829-840.
13. COLWIN, M. C. *Breakthrough swimming*. Champaign: Human Kinetics, 2002. s. 246. ISBN 0-7360-3777-2.
14. ČECHOVSKÁ, I., MILER, T. *Plavání*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2154-5.

15. DOVALIL, J., CHOUTKA, M. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vydání Praha: Olympia, 2012, 331 s. ISBN 978-80-7376-326-8.
16. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
17. ELBAHRAWI, M. The effect of kinesthetic perception exercises on distance and time start in crawl swimming. *Series Physical Education & Sport/Science*, 2014, roč. 14, č. 1, s. 116–121.
18. FAIGENBAUM, A. D., LOYD, R. S., MACDONALD, J., MYER, G. D. Cílius, Altius, Fortius: Beneficial effects of resistance training for young athletes. *Br J Sports Med*, 2015, r 50, č 1, s 3–7.
19. FIGUEREDO, P., SEIFERT, L., VILAS-BOAS, J., FERNANDES, R. J. Individual profiles of spatio-temporal coordination in high intensity swimming. *Human Movement Science*, 2012, roč. 31, č. 5, s. 1200-1212.
20. FORMÁNEK, J., HORČIC, J. *Sledování výkonnosti a trénovanosti v triatlonu*. Praha: Český svaz triatlonu, metodický dopis, 2002.
21. FRIEDLOVÁ, K. *Bazální stimulace pro učitele předmětu ošetrovatelství I., 2. díl*. 4. vyd. Frýdek-Místek: Institut Bazální stimulace, 2014, 104 s. ISBN 80-239-6132-2.
22. GAGNE, R. M. The conditions of learning. *New York: Holt, Rinehart & Winston*, 1965, s. 308.
23. GARRIDO, N., MARINHO D. A., REIS, V. M., TILLAR, R., COSTA, A. M., SILVA, A. J., MARQUES, M. C. Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2010, roč. 9, č. 2, s. 300–310.
24. GIROLD, S.; DIDIER, M.; BENOIT, D.; JEAN-CLAUDE, CH.; GRÉGOIRE M. Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercise on swimming sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, roč. 21, č. 2, s. 599-605.
25. GIROLD, S., JALAB, C., BERNARD, O., CARETTE, P., KEMOUN, G., DUGUE, B. Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *J Strength Cond Res*, 2012, roč. 26, č. 2, s. 497–505.
26. GONZÁLEZ-BADILLO, J. J., SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med.*, 2010, roč. 31, č. 5, s. 347-352.
27. HOFER, Z., et al. *Technika plaveckých způsobů*. 4. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3263-6.

28. HORČIC, J. Comparison of performance on izokinetic swim bench (Biokinetic) in top young Czech swimmers and triathletes. In B. Svoboda & A. Rychtecký (Eds.), 9th Conference ISCPES-Prague 1994. Aachen, Germany: Meyer & Meyer Verlag.
29. HORČIC, J., BÖSWART, J. Hodnocení úrovně a rozvoj speciálních silověvytrvalostních schopností v plaveckých disciplínách. Závěrečná zpráva subdílčího vědeckého úkolu č. 2.1. "Využití vědeckovýzkumných postupů při hodnocení trénovanosti a výkonnosti sportovců a evaluace vědeckých a odborných pracovišť v oblasti vrcholového sportu". MŠMT ČR, 1997.
30. CHATARD, J., BOURGOIN, B., LACOUR, J. Passive drag is still a good evaluator of swimming aptitude. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1990, roč. 59, č. 6, s. 399-404.
31. CHATARD, J., LAVOIE, J., LACOUR, J. Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1990, roč. 61, č. 1-2, s. 88-92.
32. CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink. 2.*, rozš. vydání Praha: Olympia: Karolinum, 1991, 331 s. Věda pro praxi. ISBN 80-7033-099-6.
33. IKAI, M., FUKUNAGA, T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int Z Angew Physiol.* 1968, roč. 26, č. 1, s. 26-32.
34. JANSÁ, P. *Pedagogika sportu*. Vydání druhé. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3986-4.
35. JEBAVÝ, R. *Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách*. Praha: Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum, 2017. ISBN 978-80-246-3665-8.
36. JURÁK, D. *Transfer silových předpokladů do provedení záběrových pohybů plaveckého způsobu kraul*. Praha 2019. 142 s. Disertační práce na UK FTVS. Vedoucí disertační práce Václav Bunc.
37. JÜRIMÄE, J., HALJASTE, K., CICHELLA, A., LÄTT, E., PURGE, P., LEPPIK, A., JÜRIMÄE, T. Analysis of Swimming Performance from Physical, Physiological, and Biomechanical Parameters in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 2007, roč. 19, č. 1, s. 70-81.
38. KRAEMER, W. J., PATTON, J. F., GORDON, S. E., HARMAN, E. A., DESCHENES, M. R., REYNOLDS, K., NEWTON, R. U., TRIPLETT, N. T., DZIADOS, J. E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 1995, roč. 78, č. 3, s. 976-989.

39. KOLÁŘ, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
40. KOMI, P. V. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 1986, roč. 7, č. 1, s. 10.
41. LINNAMO, V., HÄKKINEN, K., KOMI, P. Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1997, roč. 77, č. 1-2, s. 176-181.
42. LINSSEN, W. H., STEGEMAN, D. F., JOOSTEN, E. M., BINKHOSRT, R. A., MERKS, M. J., LAAK, H. J. T., NOTERMANS, S. L. Fatigue in type I fiber predominance: a muscle force and surface EMG study on the relative role of type I and type II muscle fibers. *Muscle and Nerve*, 1991, roč. 14, č. 9, s. 829-837.
43. LEE, H. M., LIAU, J. J., CHENG, C. K., TAN, C. M., SHIH, J. T. *Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue*. *Clin Biomech*, 2003, roč. 18, č. 9, s. 843-847.
44. MACEJKOVÁ, Y. *Diagnostika silových schopností v izokinetickom režime v plávaní: vedecká monografia*. Bratislava: Peter Mačura-PEEM, 2010. ISBN 978-80-8113-015-1.
45. MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J. *Fyziologie tělesných cvičení*. 1. vyd. Praha: Onyx, 1995. ISBN 80-85228-20-3.
46. MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.
47. MAGLISCHO, E. W. *Swimming fastest*. Human Kinetics, 2003. ISBN 978-073-6031-806.
48. MAGLISCHO, E. W. *A Physiological primer for swimming coaches. Volume 1, Physiological foundations*. Hauppauge New York: Nova Science Publisher's, 2015. ISBN 978-1-63483-218-2.
49. MAGLISCHO, E. W. *A Primer for Swimming Coaches* vyd. 2: Biomechanical Foundations, Nova Publishers, New York, 2016. ISBN: 978-1-63483-596-1.
50. MCLEOD, I. *Plavání – anatomie*: 1. vydání. Brno: CPress, 2014, ISBN 978-80-264-0576-4.
51. MOTYČKA, J. *Teorie plaveckých sportů: plavání, synchronizované plavání, vodní pólo, skoky do vody, záchrana tonoucích*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, 2001. ISBN 80-210-2711-8. Učebnice vysokých škol.

52. MOUROUCO, P., NEIVA, H., GONZÁLEZ-BADILLO, J. J., GARRIDO, N., MARINHO, D. A., MARQUES, M. C. Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: A pilot study. *Journal of Human Kinetics*, 2011, č. 29 A, s. 105–112.
53. NEWTON, R. U., JONES, J., KRAEMER, W. J., WARDLE, H. Strength and power training of Australian Olympic swimmers. *Strength Cond J.* 2002, roč. 24, č. 3, s. 7-15.
54. OLBRECHT, J. *The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training*. Luton: Swimshop, 2000.
55. PAYTON, C. J., BALZOPPOULOUS, V., BARTLETT, R. Contributions of Rotations of the Trunk and Upper Extremity to Hand Velocity During Front Crawl Swimming. *Journal of Applied Biomechanics*, 2002, roč. 18, č. 3, s. 243-256.
56. PELAYO, P., ALBERTY, M., SIDNEY, M., POTDEVIN, F., DEKERLE, J. Aerobic potential, stroke parameters, and coordination in swimming front-crawl performance, *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2007, roč. 2, č. 4, 347–359.
57. PERIČ, T., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
58. PLACHETA, Z. *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. 1. vydání. Praha: Grada, 1999. 276 s.
59. PSOTTA, R. *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. 1. vydání. Praha: Grada, 2006, 219 s. ISBN 80-247-0821-3.
60. ROKYTA, R. *Fyziologie*. 3. přeprac. vyd. Praha: Galén, 2016. ISBN 978-80-7492-238-1.
61. ROSS, A., LEVERITT, R. S. Neural influences on sprint running—training adaptations and acute responses. *Sports Med.*, 2001, roč. 31, č. 6, s. 409-425.
62. ROSS, A., LEVERITT, M., RIEK, M. Long-Therm Metabolic and Skeletal Muscle Adaptations to Short-Sprint Training. *Sports medicine*, 2001, roč. 31, č. 15, s. 1063-1082.
63. SADOWSKI, J., MASTALERZ, A., GROMISZ, W., NIŻNIKOWSKI, T. Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 2012, roč. 32, s. 77-86.
64. SALE, D., MACDOUGALL, D. *Specificity in strength training: a review for the coach and athlete*. *Can J Appl Sport Science*, 1981, roč. 16, č. 2, s. 87-92.

65. SALE, D., MACDOUGALL, J., JACOBS, I., GARNER, S. Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 1990, roč. 68, č. 1, s. 260-270.
66. SELIGER, V., BARTŮŇEK, Z. *Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12-55 years*. Praha, ČSTV, 1976.
67. SHARP, R. L., TROUP, J. P., COSTILL, D. L. Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1982, roč. 14, č. 1, s. 53-56.
68. SIFF, M. C. *Supertraining*. 6 vyd. Denver: Supertraining Institute, 2004. ISBN 1-874856-65-6.
69. STRASS, D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming science V*, London: Spon Press, 1988, s 149–156.
70. STRZAŁA, M., TYKA, A. Physical Endurance, Somatic Indices and Swimming Technique Parameters as Determinants of Front Crawl Swimming Speed at Short Distances in Young Swimmers. *Medicina Sportiva*, 2009, roč. 13, č. 2, s. 99-107.
71. SWAINE, L., WINTER, M. Comparison of cardiopulmonary responses to two types of dry-land upper-body exercise testing modes in competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1999, roč. 80, č. 6, s. 588-590.
72. SWINNEN, S. P. Interpolated activities during the knowledge of results delay and post-Knowledge of results interval: effects on performance and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1990, roč. 116, č. 4, s. 692-705.
73. ŠIMONEK, J., ZRUBÁK., A. *Základy kondičnej prípravy v športe*. 3. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského, 2003. ISBN 80-223-1897-3.
74. TANAKA, H., COSTILL, D. L., THOMAS, R., FINK, W. J., WIDRICK, J. J. Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1993, roč. 25, č 8, s. 952–959.
75. TANAKA, H., SWENSEN, T. *Impact of resistance training on endurance performance: A new form of cross-training*. *Sports Medicine*, 1998, roč. 25, č. 3, s. 191-200.
76. TRAPPE, S., W., PEARSON D., R. Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1994, roč. 8, č. 4, s. 209-213.

77. VAITSEKHOVSKY, S., M., PLATONOV, V., N. Physical preparation of swimmers. Moscow: "Fizkultura i Sport", 1980.
78. VANDERKA, M. *Silové a rychlostno-silové schopnosti v kondičnej príprave športovcov*. Bratislava: ICM AGENCY, 2008. ISBN 978-80-89257-10-2.
79. VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozšíř. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
80. ZATSIORSKY, V., M., KRAEMER., W., J. *Silový trénink: praxe a věda*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2014, Edice Českého olympijského výboru. Modrá řada. ISBN 978-80-204-3261-2.
81. ZIKMUND, J. *Stanovení křivky kritického výkonu v plavání u triatlonistů*. Praha 2017. 77 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Lenka Kovářová.

Elektronické zdroje

1. BERNAČÍKOVÁ, M., KAPOUNOVÁ K., NOVOTNÝ J. *Fyziologie sportovních disciplín In: Plavání*, [online]. 2010, [cit. 2019-07-07] Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/plavani.html.
2. KOLÍNSKÝ, R., CACEK, J., STRAŠILOVÁ, K., ZHÁNĚL, J. *Analýza efektu vysoce intenzivního intervalového tréninku (HIIT)*. Studia sportiva [online]. 2017, [cit. 2019-08-06]. Dostupné z: <https://journals.muni.cz/studiasportiva/article/view/7577>.
3. FAIGENBAUM, A., D., WILLIAM, J. K., BLIMKIE, C. J., R., JEFFREYS, I., MICHELI, L. J., NITKA, M., ROWLAND, T. W. *Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association*. Journal of Strength and Conditioning Research [online]. 2009. [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-200908005-00002>.
4. HAVEL, Z., HNÍZDIL, J. *Cvičení z antropomotoriky* [online]. Ústí nad Labem: PF UJEP Ústí nad Labem, [online]. 2008, [cit. 2019-07-30]. Dostupné z: http://pf.ujep.cz/~hнизdil/Antropo/antropomotorika_skripta.pdf.
5. JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M. *Fyziologie tělesné zátěže In: Typy svalových vláken*, [online]. 2006, [cit. 2019-07-07]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/elportest/estud/fsps/js07/fyziio/texty/ch03.html>.
6. JURÁK, D., PÁNEK, D., POŽGAYOVÁ, Š. *Analysis of defectice execution of upper extremities recovery in front crawl*. Studia Kınanthropologica [online]. 2011, [cit. 2019-

https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/tv/SK_vol_12_2011_2.pdf#page=13.

7. MACDOUGALL, J. D., ELDER, G. C. B., SALE, D. G., MOROZ, J. R., SUTTON, J., R. *Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* [online]. 1980, [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00421352>.
8. NETRVAL, L. *Funkce míchy a reflexy*. [online] 2019, [cit. 2019-07-07] Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/12720931/>.
9. POLARCZECH. *Profesionální váha TANITA MC-980 MC* [online]. Praha, 2010 [cit. 2019-08-06]. Dostupné z: <http://www.polarzech.cz/tanita/tanita-mc980.php>.
10. ŠIMÁNEK, V. *Micka se v trénincích trápí, na MS v Číně ale chce poprvé do finále*. Česká televize: Plavání[online]. Praha: ČTK, 2018, [cit. 2019-07-28]. Dostupné z: <https://sport.ceskatelevize.cz/clanek/plavani/micka-se-v-trenincich-trapi-na-ms-v-cine-ale-chce-poprve-do-finale/5bfe80fa0d663b6fe80d2e24>.
11. VØLLESTAD, N. K. *Measurement of human muscle fatigue*. *Journal of Neuroscience Methods* [online]. 1997, [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165027097022516>.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1. Kraulový záběr horních končetin (Hofer et al., 2016)	16
Obrázek č. 2. Kraulový kop (Hofer et al., 2016)	17
Obrázek č. 3. Svalové vřeténko, šlachové tělísko (Netrval, 2019).....	23
Obrázek č. 4. Zastoupení rychlých a pomalých svalových vláken u vybrané sportu (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)	29
Obrázek č. 5. podíl rychlých a pomalých svalových vláken v deltovém svalu u plavců na 100 m, (Bernačiková et al., 2010)	29
Obrázek č. 6. Podíl rychlých a pomalých svalových vláken v deltovém svalu u plavců na 1500 m (Bernačiková et al., 2010)	29
Obrázek č. 7. Výkon ve wattech (W) probanda JN v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.	60
Obrázek č. 8. Výkony ve wattech (W) zbývajících probandů (horní graf) VL a (spodní graf) MS v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.	61
Obrázek č. 9. Výkony ve wattech (W) zbývajících probandů (horní graf) MZ a (spodní graf) AP v záběru pravé a levé ruky, pretest a posttest.	61

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1. Čtyři nejčastější pohybové aktivity probandů	43
Tabulka č. 2. Antropometrické ukazatele probandů před intervencí.....	44
Tabulka č. 3. Antropometrické ukazatele probandů po intervencí.....	44
V tabulce č. 4 jsou prezentovány výsledky testů probanda MS	48
V tabulce č. 5 jsou prezentovány výsledky testů probanda VL	48
V tabulce č. 6 jsou prezentovány výsledky testů probanda MZ.....	49
V tabulce č. 7 jsou prezentovány výsledky testů probanda AP	49
V tabulce č. 8 jsou prezentovány výsledky testů probanda JN	50
Tabulka č. 9. Výsledky sledovaných dat (Biokinetic, test na 50 m kraul) – pretest	50
Tabulka č. 10. Výsledky sledovaných dat (Biokinetic, test na 50 m kraul) – posttest.....	51
Tabulka č. 11. Průměrné výkony probandů na kg hmotnosti ve W	52
Tabulka č. 12. Souhrn výsledků průměrného výkonu u pravé a levé ruky z pretestu a posttestu na Biokineticu.....	60

Seznam grafů:

Graf č. 1. Zobrazuje Z-body probandů z pretestu a posttestu	51
Graf č. 2. Zobrazuje T-body probandů z pretestu a posttestu	52
Graf č. 3. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda MZ.....	54
Graf č. 4. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda VL.	55
Graf č. 5. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda MS.	56
Graf č. 6. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda JN.	57
Graf č. 7. Vybrané výsledné hodnoty z pretestu a posttestu u plaveckého výkonu a u parametrů na Biokineticu u probanda AP.	58
Graf č. 8. Průměrná frekvence pohybových zátěží z pretestu a posttestu na Biokineticu	59

Seznam příloh:

Příloha č. 1. Souhlas etické komise UK FTVS	75
Příloha č. 2. Vzor informovaného souhlasu	76

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv posilovacího cvičení na Biokinetiku do plaveckého výkonu na 50 m kraul.

Forma projektu: výzkumná práce – diplomová práce

Období realizace: prosinec 2018 až leden 2019

Předkladatel: Bc. Jaroslav Nezdara

Hlavní řešitel: Bc. Jaroslav Nezdara

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS – v plavecké laboratoři a v Laboratoři sportovní motoriky

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Daniel Jurák

Popis projektu: Diplomová práce je zaměřena na zjištění vlivu posilovacího cvičení na Biokinetiku do plaveckého výkonu na 50 m kraul. Výzkum bude probíhat v prostorách UK FTVS v plavecké laboratoři a Laboratoři sportovní motoriky. Před zahájením výzkumu provedeme pre-test, pro zjištění aktuálního stavu probandů (dotazník, Tanita, test na 50 m a test silového výkonu na Biokinetiku). Po skončení intervence provedeme pos-test a pomocí statistiky určíme, zda provedené posilování mělo žádoucí vliv. Intervence bude probíhat po dobu dvou měsíců, v posilovacím režimu dvakrát týdně po dobu max. 30 min.

Charakteristika účastníků výzkumu: Testování se zúčastní nyní studenti UK FTVS ve druhém ročníku navazujícího studia. Předpokládaný počet účastníků je vymezen na 5, ve věku 23 až 26 let. Účastníci testování nejsou aktivními plavci na závodní úrovni a zpravidla se věnují jiné pohybové činnosti (florbal, tenis, golf).

Zajištění bezpečnosti: Při testování budu dbát na minimalizaci možných zdravotních rizik, spolu se mnou bude přítomen Mgr. Daniel Jurák. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. U probandů budu dotazem pravidelně kontrolovat jejich aktuální stav, a to jak během testování, tak i během pravidelné intervence. Před zahájením výzkumu probandům zkontrolujeme aktuální zdravotní prohlídku za rok 2018/19. Bez prohlídky bude z výzkumu vyřazen. Do projektu je zařazena pouze ta osoba, která byla srozuměna se všemi informacemi. Do projektu nebudou zařazeni ti, kteří jsou nemocní, zranění nebo osoba podstupující rekonvalescenci.


Etické aspekty výzkumu: Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V případě, že budou během výzkumu pořizovány fotografie, bude anonymizace osob na fotografiích provedena začerněním/rozmačáním obličejů či částí těla, a znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Informovaný souhlas (viz příloha)

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 17.12.2018

Podpis předkladatele: 

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsdkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová


Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 229/2018

dne: 17.12.2018

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
razítko UK FTVS

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.


podpis předsdkyně EK UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

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 posilovacího cvičení na Biokineticu do plaveckého výkonu na 50 m kraul, prováděné na UK FTVS v plavecké laboratoři a v Laboratoři sportovní motoriky.

Cílem projektu je zjistit vliv dvouměsíčního řízeného posilování horních končetin na Biokineticu na plavecký výkon v testu 50 m kraul.

K testování bude použit plavecký trenažer Biokinetic a pro zjištění antropometrických parametrů využijeme váhu Tanita z laboratoře sportovní motoriky,

Doba, po kterou budeme testování provádět, jsou dva měsíce dvakrát v týdnu. Probandi budou imitovat plavecký záběr způsobu kraul na plaveckém trenažeru Biokinetic, kde bude stanoven odpor zátěže na 4. Toto cvičení bude po celou dobu testování stejné. Počet opakování cvičení je stanoven na 3x při jednom testovacím dnu.

Skupina výzkumného projektu bude vybrána ze zdravých osob bez zdravotního oslabení. Před zahájením výzkumu Vám zkontrolujeme aktuální zdravotní prohlídku za rok 2018/19. Bez prohlídky budete z výzkumu vyřazen/a. Do projektu budete zařazena pouze ta osoba, která byla srozuměna se všemi informacemi. Do projektu nebudou zařazeni ti, kteří jsou nemocní, zranění nebo osoba podstupující rekonvalescenci.

Budeme Vás dotazem pravidelně kontrolovat na Vaš aktuální stav, a to jak během testování, tak i během pravidelné intervence. Při nepříjemných pocitech nebo bolestech budete upozorněni, že můžete cvičení přerušit. Při testování budu dbát na minimalizaci možných zdravotních rizik, spolu se mnou bude přítomen Mgr. Daniel Jurák. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Přínosem výzkumu by mělo být zjištění, zda semispecifickým cvičením na suchu, dochází k pozitivnímu transferu svalové síly do plaveckého výkonu v disciplíně 50 m kraul,

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

Budete mít možnost nahlédnout do svých výsledků ihned po testování. Následně budou data anonymizována. Závěrečné výsledky budou zveřejněny v diplomové práci nebo na e-mail adrese:

jaranezdara@gmail.com

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V případě, že budou během výzkumu pořizovány fotografie, bude anonymizace osob na fotografiích provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, a znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince.

Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány.

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

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu: Bc. Jaroslav Nezdera Podpis:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s 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 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: