

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

VYBRANÉ FYZIOLOGICKÉ A KONDIČNÍ PARAMETRY  
U SYNCHRONIZOVANÝCH PLAVKYŇ: PILOTNÍ STUDIE  
Diplomová práce

Autor: Bc. Veronika Lukáčová, učitelství pro střední školy

Tělesná výchova – Anglická filologie

Vedoucí práce: Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

Olomouc 2021

<b>Jméno a příjmení autora:</b>	Bc. Veronika Lukáčová
<b>Název diplomové práce:</b>	Vybrané fyziologické a kondiční parametry u synchronizovaných plavkyň: pilotní studie
<b>Pracoviště:</b>	Katedra přírodních věd v kinantropologii
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
<b>Rok obhajoby diplomové práce:</b>	2021

**Abstrakt:** Diplomová práce se zaměřuje na vytvoření výkonnostního profilu pěti reprezentantek v synchronizovaném plavání, pomocí motorických testů, volně sdružených do testového systému. Celkem bylo provedeno 12 testů, z toho 5 laboratorních a 7 terénních, které byly realizovány v bazéně. Testy byly zaměřeny především na dynamickou sílu horních a dolních končetin a kapacity dýchacího a kardiovaskulárního systému. Dále bylo změřeno složení těla, které je dalším faktorem ovlivňujícím výkon a jeho hodnocení, především v estetických sportech. Každá z dívek byla také hodnocena trenéry v několika kategoriích. Všechny tyto poznatky byly přepracovány do jednotlivých výkonnostních profilů a výsledky testů byly dále porovnávány jak mezi sebou, tak i s jinými již publikovanými studiemi.

**Klíčová slova:** synchronizované plavání, fyziologické parametry, kondiční parametry, sportovní diagnostika, motorické testování.



**Author's first name and surname:** Bc. Veronika Lukáčová  
**Title of the master thesis:** Selected Physiological and Fitness  
Parameters in Synchronized Swimming:  
Pilot Study  
**Workplace:** Department of Natural Sciences in  
Kinanthropology  
**Supervisor:** Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
**The year of presentation:** 2021

**Abstract:** This diploma thesis is focused on creating a specific performance profile of five synchronized swimmers, who are part of Czech national team. To create these profiles, set of motoric tests, freely joined in a test system, was used. In total, 12 tests were carried out, five of which were tested in laboratory and the rest was tested in swimming pool. The tests were concerned with the dynamic strength and power of upper and lower limbs and the capacities of respiratory and cardiovascular system. Further, the body composition was measured, because especially in aesthetic sports, this is a factor in both performance and evaluation. Each of the girls was also evaluated by their coaches according to several criteria. All of these acknowledgements were compiled to individual performance profiles and the results of the tests were compared within the research file and also with other published studies.

**Key words:** synchronized swimming, physiological parameters, fitness parameters, sport diagnostics, motoric testing.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Filipa Neulse, Ph.D., uvedla všechny literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci, dne 29.06.2021

.....

Děkuji Mgr. Filipu Neulsovi, Ph. D., za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této práce. Také bych chtěla poděkovat trenérkám SK UP Olomouc za možnost využití svěřenkyň pro vytvoření výzkumného souboru a umožnění terénního testování v rámci tréninků a závodnicím SK UP Olomouc za účast v této studii.

## OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	8
<b>2 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	10
2.1 Synchronizované (umělecké) plavání .....	10
2.1.1 Plavání jako součást tréninkové přípravy v synchronizovaném plavání .....	11
2.1.1.1 <i>Plavání</i> .....	11
2.2 Somatické parametry v plaveckých sportech .....	15
2.3 Fyziologie sportovního výkonu .....	16
2.3.1 Fyziologická specifika výkonu v synchronizovaném plavání .....	18
2.3.2 Tréninkové efekty zvyšující výkonnost v plaveckých sportech .....	20
2.4 Diagnostika ve sportu .....	21
2.4.1 Ukazatele sledované ve sportovní diagnostice .....	22
2.4.2 Vlastnosti sportovní diagnostiky .....	23
2.4.3 Druhy sportovní diagnostiky .....	24
2.4.4 Příklady testů a testových systémů .....	26
2.4.5 Zátěžové testy vhodné pro plavecké sporty .....	28
<b>3 CÍLE</b> .....	31
<b>4 METODIKA</b> .....	32
4.1 Použité testy .....	32
4.1.1 Laboratorní testy .....	32
4.1.2 Terénní testy provedené ve vodě .....	35
4.2 Výzkumný soubor .....	38
4.3 Zpracování dat .....	49
<b>5 VÝSLEDKY</b> .....	40
5.1 Výkonnostní profily testovaných .....	40
5.1.1 Výkonnostní profil subjektu 1 .....	40
5.1.2 Výkonnostní profil subjektu 2 .....	42
5.1.3 Výkonnostní profil subjektu 3 .....	44
5.1.4 Výkonnostní profil subjektu 4 .....	45
5.1.5 Výkonnostní profil subjektu 5 .....	47
5.2 Komparace výsledků vybraných testů .....	49
5.2.1 Test na plaveckém ergometru .....	49
5.2.2 Spirometrie .....	50

5.2.3 Spiroergometrie.....	50
5.2.4 Srovnání testů hodnotících sílu dolních končetin .....	51
5.2.5 Srovnání testů hodnotících sílu horních končetin .....	53
5.2.6 Sledování srdeční frekvence během sestavy .....	54
<b>6 DISKUZE.....</b>	<b>56</b>
<b>7 ZÁVĚRY .....</b>	<b>58</b>
<b>8 SOUHRN.....</b>	<b>60</b>
<b>9 SUMMARY .....</b>	<b>62</b>
<b>10 REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>64</b>
<b>11 SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>70</b>

## 1 ÚVOD

Synchronizované plavání je jako jedna z nejmladších plaveckých disciplín, které není věnována přílišná mediální pozornost, poměrně málo probádaným územím.

Jako o závodním sportu o něm můžeme mluvit od 60. let minulého století. Během následujících dekád však došlo k velkému posunu, který změnil pouhé obrazy prováděné na hladině vody ve velmi technicky i kondičně náročné sestavy, které zachytí oko každého diváka.

Za dosažením výkonnosti potřebné pro provedení těchto sestav stojí však roky tvrdého tréninku, v rámci kterého je nutné vyvažovat jednotlivé složky, které později tvoří výslednou podobu komplexního výkonu. Pro co nejpřesnější postavení tréninkového plánu však musí trenér co nejlépe znát své svěřence, proto by měla být nedílnou součástí tréninkového procesu také sportovní diagnostika.

Studii, které zkoumají synchronizované plavání, ať už po stránce fyziologické, kondiční či technické, je celosvětově malé množství. V rámci České republiky téměř neexistuje výzkum, který by se tímto sportem systematicky zabýval.

K velkým změnám poslední doby patří zařazení nové kategorie mix duí, které poprvé umožňují start mužům, a také změna názvu synchronizovaného plavání komisí FINA na „artistic swimming“ (do češtiny překládáno jako umělecké plavání). Vzhledem k přetrvávajícím rozporům a stálému přetrvávání užívání staršího názvu v rámci České republiky, byl v této práci také častěji používán známější název, tedy synchronizované plavání.

Svou diplomovou práci jsem se rozhodla věnovat synchronizovanému plavání především z důvodu, že jsem se tomuto sportu aktivně věnovala 13 let, jak v olomouckém oddílu, tak později i v českém reprezentačním výběru. Po ukončení sportovní kariéry jsem přešla do role trenérky v domácí oddíle SK UP Olomouc, ve kterém momentálně už 6 let působím. Poslední dva roky trénuji kategorii juniorek a seniorek (děvčata starší 15 let). Za tuto dobu jsem získala licenci trenérskou i rozhodcovskou.

Zaměření této práce na fyziologické a kondiční parametry u synchronizovaných plavkyň a způsob jejich diagnostiky bylo zvoleno především z důvodu absence poznatků a standardizované metodiky postihující tuto oblast a také častou absencí jakékoliv fyziologické diagnostiky v rámci tréninkového procesu. Touto prací bych tedy chtěla poukázat právě na možnosti diagnostiky a její využití v tréninkovém procesu,

a také na jednotlivé fyziologické a kondiční parametry, které ovlivňují výkon v synchronizovaném plavání.

Z důvodu komplikací spojených s globální pandemií COVID19 jde pouze o pilotní studii, která popisuje výkonnostní profil pěti reprezentantek v synchronizovaném plavání. Tato pilotní studie může být potom „odrazovým můstkem“ pro další zkoumání v této oblasti.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1. Synchronizované (umělecké) plavání

Synchronizované plavání je nejmladším z plaveckých sportů. Za jeho zakladatelku je považována australská plavkyně Anetta Kellerman, která na počátku dvacátého století předvedla vystoupení ve vodní nádrži v New Yorku (Kovařovic, Felgrová, & Peslová, 2009).

Od poloviny 20. století je tento sport uznáván jako sport závodní a stal se součástí organizace FINA, která plavecké sporty zaštiťuje. Faltusová a Klečková (1972) datují vznik první skupiny synchronizovaného plavání v Československu do Brna roku 1956. Druhým nejstarším oddílem byl oddíl olomoucký, který vznikl roku 1965 právě pod vedením Jindry Klečkové.

Do programu olympijských her bylo synchronizované plavání zařazeno roku 1984. Současný olympijský program obsahuje 2 soutěže – a to dua a týmy. Na mistrovství světa plavkyně závodí ještě v kategorii sóla a kombinované volné sestavy (Pyne, & Sharp, 2014.).

V historii byl tento sport výlučně ženský, v posledních letech ale dochází k vzrůstajícímu trendu umožnění soutěžení i pro muže, a proto byla v roce 2015 na světovém šampionátu v Kazani poprvé zařazena soutěž mix duí – tedy jeden muž a jedna žena (FINA, 2017).

Název synchronizované plavání pochází z anglického originálu „synchronized swimming“, který byl dříve názvem oficiálním, avšak poslední úpravou pravidel FINA byl oficiální název změněn na „artistic swimming“, do češtiny překládáno jako „umělecké plavání“, (International Swimming Federation, 2017) který ale v České republice stále není ani odbornou ani širokou veřejností často využíván. V České republice je také známý výraz „akvabely“ (Polívková, 2001).

Synchronizované plavání je sportem složeným z esteticky působících plaveckých pohybů, poloh, figur a povinných a volných kompozicí, které plavkyně vykonávají ve vodě, v přesných útvarech, na hudbu. Jinými slovy je synchronizované plavání kombinací plavání, gymnastiky, baletu a tance ve vodě (Dodigović & Sindik, 2015).

Cílem choreografií je vysoký estetický dojem spojený s náročným sportovním výkonem, vzhledem k faktu, že prvky jsou prováděny ve vodním prostředí – tzn. s vysokým odporem a bez stabilní opory (dotek a odraz ode dna nejsou dle pravidel povoleny), (Stanković, Milanović, & Marković, 2015).



Dle Kovačoviče, Felgrová a Peslová (2009) patří synchronizované plavání mezi sporty esteticko-koordinační, charakterizované přesným, optimálně technicky provedeným a estetickým pohybovým výkonem, ke kterému je nutné získání velkého objemu pohybových struktur a dovedností s vysokou úrovní automatizace. Výsledný výkon je tedy složen ze speciálních dovedností (polohy, přechody, obraty, přesuny), které musí být podpořeny vysokou úrovní pohybových schopností. Důležitý je cit pro rytmus i vodu a umělecký projev.

Těchto výkonů je několik druhů: povinné figury, technické a volné sestavy. Povinné figury jsou technické prvky, které musí být provedeny co nejpodobněji pravidly předepsanému originálu. Technické sestavy se také z části řídí pravidly předepsanými prvky, ty jsou však skládány do choreografie, která je následně prováděna na hudbu. Volná sestava nemá žádná předepsaná pravidla pro choreografii – ta tudíž záleží na tvořivosti a představivosti trenéra. Stanoven je počet sportovců provádějících danou sestavu a délka trvání (2-4 minuty) (Cibulka & Vostárková, 2014).

Všechny výkony v synchronizovaném plavání jsou hodnoceny pomocí rozhodovacího systému, který hodnotí velké množství komponentů daného výkonu – jako např. obtížnost, provedení, synchronizaci a umělecký dojem (Robertson, Benardot, & Mountjoy, 2014). Rozhodčí udělují plavkyním body od 0 po 10 – s přesností na jedno desetinné místo (tudíž výsledná známka je např. 7,4). Nulou by byl ohodnocen výkon neprovedený či výkon provedený v rozporu s pravidly, deseti body výkon bezchybný, dokonalý (FINA, 2017).

Tréninkový proces synchronizovaného plavání je velmi složitý a komplexní. Zahrnuje jak přípravu na suchu, do které zahrnujeme činnosti rozvíjející vytrvalost jako například běh, činnosti rozvíjející sílu, jako například různé druhy posilování, dále např. gymnastiku a balet. Příprava ve vodě se skládá z rozplavání, ve kterém se využívají jak tréninky klasického plavání, tak specifické dovednosti synchronizovaného plavání, technické přípravy, tréninku sestav a figur a tréninku akrobatických prvků (Lukáčová, 2018).

## **2.1.1 Plavání jako součást tréninkové přípravy v synchronizovaném plavání**

### ***2.1.1.1 Plavání***

Plavání je jednou ze základních lidských aktivit, která přispívá k rozvoji tělesné zdatnosti a zdraví, jelikož příznivě ovlivňuje činnost kardiovaskulární a dýchací

soustavy, zvyšuje kloubní pohyblivost, pomáhá při rehabilitaci a regeneraci a umožňuje sportovní aktivitu téměř po celý život (Motyčka et al., 2001.) a je také součástí života člověka už od počátku jeho vývoje.

Nejstarší zmínky o plavání pochází už ze starého Egypta či starověkého Řecka. O soutěžním plavání můžeme mluvit od 19. století, ve kterém došlo k zakládání prvních sportovních klubů a také byl poprvé zdolán kanál La Manche (kapitánem Matthewem Webbem). Bylo také jedním ze sportů, ve kterých se zápolilo už na prvních moderních olympijských hrách roku 1896. Na počátku dvacátého století potom vznikla mezinárodní plavecká federace FINA, která zaštiťuje plavecké sporty dodnes (Neuls, Viktorjeník, Dub, Kunicky, & Svozil, 2018).

Plavání je cyklický sport, s dominancí poměrně snadných pohybů, které jsou stále opakovány během specifických plaveckých technik (Bartlet, 2007). Plavec provádí svými končetinami pohyby, čímž dochází ke vzniku hydrodynamických sil, které následně využívá k vytvoření hnací síly. Jakmile se však dostane do pohybu, tyto hydrodynamické síly ho začnou brzdit. Jeden soubor opakujících se plaveckých pohybů je nazýván plaveckým cyklem. Na jeden cyklus pohybu horních končetin však může připadat několik cyklů pohybů končetin dolních.

Technika plavání vymezuje čtyři základní plavecké způsoby: prsa, motýlek, volný způsob (kraul) a znak. Plaveckým způsobem chápeme pravidly vymezený způsob pohybu jedince ve vodním prostředí. Účinnost jednotlivých plaveckých technik je podílem plaveckého výkonu a stupně rozvoje určité pohybové schopnosti (či schopností), jež s výkonem souvisí (Hofer, Felgrová, Jasan, & Smolík, 2016).

Havlíčková et al. (1993) uvádí, že plavecká rychlost je potom závislá na optimalizaci vztahu mezi vzdáleností uplavanou na jeden pohybový cyklus (plavecký krok) a frekvencí jednotlivých záběrů.

Z hlediska náročnosti energetického krytí považujeme za nejefektivnější plaveckou techniku volný způsob (kraul), který ve srovnatelné rychlosti vyžaduje asi 71 % energie vynaložené při plaveckém způsobu prsa. Celková účinnost (poměr mezi výkonem a výdejem energie) je u kraulu asi 15 % u prsou asi 5 %. Tato účinnost je ovlivněna zejména úrovní plavecké dovednosti sportovce.

## A. Prsa

Plavecký způsob prsa je nejrozšířenější a nejstarší plaveckou technikou. Zejména rekreační plavci dominantně používají tento způsob lokomoce ve vodě. Závod „prsím stylem“ byl zařazen už do programu olympijských her roku 1904. Od té doby prodělala technika mnoho změn, ať už v práci končetin či poloze hlavy (Čechovská & Miller, 2008).

Dle Giehrla a Hahna (2000) je současná technika plaveckého způsobu prsa charakteristická souměrným záběrem horních i dolních končetin v poměru 1:1 (jeden záběr horními končetinami na jeden kop). Prsa jsou v dnešní době již nejpomalejším a nejméně efektivní technikou, jelikož dochází ke značné ztrátě rychlosti při přípravné fázi pohybu (přitažení nohou a rukou).

## B. Volný způsob (kraul)

Motyčka et al. (2001) uvádí, že v disciplíně označené jako volný způsob nejsou jasně definovaná pravidla technického provedení. V polohové štafetě je tímto označením myšlen jakýkoliv jiný způsob než znak, prsa nebo motýlek.

V praxi znamená plavání volným způsobem plavání kraulem, který je nejrychlejším, avšak technicky náročným plaveckým způsobem – vzhledem k obtížnosti techniky dýchání.

Relativně malé ztráty rychlosti během plaveckého cyklu jsou zapříčiněny střídavou prací horních i dolních končetin. Horní končetiny jsou vpřed přenášeny vzduchem, proto dochází k minimalizaci odporu. Dolní končetiny vykonávají malé, kmitavé pohyby. Správná nádechová technika umožňuje udržení téměř vodorovné polohy těla (Hofer, Felgrová, Jasan, & Smolík, 2016).

## C. Znak

Poloha na zádech zpočátku sloužila v plavání spíše k odpočinku než k podávání rychlostních výkonů, brzo se z ní však začal vyvíjet samostatný plavecký způsob, který byl součástí olympijských her už od počátku 20. století. Tehdy se znak plaval soupaž a sounož (souběžné pohyby rukou a nohou), avšak po vzoru kraulu se tyto pohyby postupně změnilly na střídavé (Hofer, Felgrová, Jasan, & Smolík, 2016).

#### D. Motýlek

Dle Hofra, Felgrové, Jasana a Smolíka (2016) je motýlek nejmladším plaveckým způsobem. Vyvinul se ve třicátých letech minulého století z plaveckého způsobu prsa a také závodníci plavající motýlkem dlouhou dobu plavali v prsových závodech. K oddělení disciplín došlo až v padesátých letech minulého století.

Technika plaveckého způsobu motýlek je založená na souběžných pohybech horních i dolních končetin. Horní končetiny jsou přenášeny současně nad vodou za pomoci mohutného delfínového kopu obou dolních končetin. Tento kop se podobá kraulovému, avšak s větším rozsahem pohybu, který vychází z kyčlí a je doprovázen i pohybem v trupu – tzv. delfínové vlnění (Giehl & Hahn, 2008).

Motýlek je druhým nejrychlejším plaveckým způsobem, má však velké výkyvy okamžité rychlosti, proto je považován za nejnáročnější způsob a v rámci plaveckého výcviku se k němu přistupuje až při kvalitním osvojení ostatních plaveckých technik.

Plavání a synchronizované plavání se liší vzorci pohybů a druhem pohybového výkonu, avšak jsou podobné v důležitých predispozicích pohybových schopností, funkčních kapacit a stavbě těla (Dodigović & Sindik, 2015).

Plavání je nejen dominantní součástí základní přípravy synchronizovaného plavání (u začátečníků je zvládnutí všech plaveckých způsobů základním předpokladem pro pokračování ke složitějším prvkům synchronizovaného plavání), ale také důležitou částí kondiční přípravy a součástí každé úvodní části tréninkové jednotky.

Hrbáčová (2011) uvádí, že nejvýznamnější postavení zaujímá plavecká příprava v synchronizovaném plavání na počátku období přípravného, kdy se plavkyně vrací po přechodném období zpátky do vrcholného tréninku a potřebují zvýšit úroveň kondice a obecných adaptací jednotlivých systémů. V začátku tohoto období je tedy klasickému plavání věnován téměř veškerý tréninkový čas (tréninkové jednotky trvají do dvou hodin) a uplavaná vzdálenost se pohybuje mezi 3-4 km (u vyspělých závodnic).

Ke klasickému plavání se postupně přidávají technické prvky a polohy synchronizovaného plavání, prováděné stále na délky bazénu a čas strávený plaveckou přípravou se během přípravného období snižuje na cca 50 % tréninkové doby. Rychlost plavání není pro synchronizované plavkyně základním cílem, avšak slouží jako kontrolní hodnota pro trenéry, vypovídající o momentální výkonnosti a úrovni kondice jejich svěřenců.

V období předzávodním a závodním plavecký trénink ustupuje do pozadí a je mu věnováno jen cca 30-40 min z až tříhodinového tréninku. Uplavaná vzdálenost dosahuje maximálně do 2 km (Lukáčová, 2018).

## 2.2 Somatické parametry v plaveckých sportech

Pyne a Sharp (2014) uvádí, že k základním antropometrickým charakteristikám sportovců v plaveckých sportech patří vysoká postava s důrazem na štíhlost (z důvodu minimalizace odporu) a svalová síla. Vzhledem k charakteru výkonu především v synchronizovaném plavání je nutné udržovat velmi nízké procento tělesného tuku a ne příliš vysokou hypertrofii svalové hmoty. Management hmotnosti je totiž jedním z klíčů zajištění kvalitního estetického dojmu.

Plavci se musí vypořádat s dvojsečným efektem podkožního tuku, který na jednu stranu pomáhá nadnášení těla ve vodním prostředí, na druhou stranu však vysoké procento tuku snižuje výkon z důvodu zvětšení objemu těla a tím i odporu vody (Grasgruber & Cacek, 2008). Muži mají většinou více svalové hmoty a méně tuku než ženy. Množství podkožního tuku u plavců se pohybuje okolo 7 % tělesného tuku, u plavkyň cca 19 %.

Doporučenými rozměry pro tyto sporty jsou tedy lehce nadprůměrná výška, v poměru s nízkou hmotností. Index BMI by měl být nízký. Složení svalových vláken u plavců je velmi variabilní a neukazuje se být limitujícím faktorem pro plaveckou výkonnost.

K důležitým faktorům také patří délka končetin a velikost plochy dlaně. Dlouhé končetiny jsou chtěnou charakteristikou v plaveckých sportech, avšak z různých důvodů.

Výška plavce je důležitá především při startu a na obrátkách, délka končetin naopak ovlivňuje záběrovou techniku – delší končetina vyvíjí menší sílu pro stejnou rychlost jako končetina kratší. Nejvíce vyvinutým plaveckým svalem bývá musculus deltoideus (deltový sval, objímá ramenní kloub), (Havlíčková et al. 1993).

Zatímco plavci potřebují delší končetiny ke zvětšení svého záběru, u synchronizovaného plavání jde o dosažení vyšší výšky končetiny, kterou ukazují nad vodou. Tato predispozice nejen vyvolává lepší estetický dojem, ale napomáhá i pro vytvoření větší síly pro výpichy a výšlapy nad vodní hladinu (Lundy, 2011).

Dalším znakem těchto sportů je poměrně vysoká úroveň kloubní hypermobility – především ramenního kloubu, kyčlí, kotníků a trupu (opět markantnější v synchronizovaném plavání), (Dodigović & Sindik, 2015).

Přestože jsou plavci typičtí vysokou postavou s velkým rozpětím paží, rozdíly v somatických charakteristikách napříč disciplínami jsou značné. Na krátkých tratích např. hraje větší roli také rozměr dlaně a chodidla, specialisté na kraul zase dosahují nejvyšších postav, avšak s kratšími pažemi, znakaři mají delší trup a kratší dolní končetiny, motýlkáři největší rozpětí paží. Fyzické parametry mužů a žen se také liší, jelikož ženy vzhledem ke své menší fyzické síle používají u plavání více i sílu dolních končetin. U žen proto nenajdeme tak velkou variabilitu somatotypu mezi jednotlivými plaveckými disciplínami (Grasgruber & Cacek, 2008).

### **2.3 Fyziologie sportovního výkonu**

Kapitola zpracována dle Bartůňkové et. al. (2013), Botka et al. (2017), Lehnerta et al. (2014) a Máčka et al. (2011).

Základní pojem vážící se k otázce bioenergetiky pohybového výkonu je metabolismus neboli přeměna látek v lidském organismu, která je vyjádřena dvěma protichůdnými chemickými ději (anabolismus = skladné procesy a katabolismus = rozkladné procesy). Při rozkladu látek dochází k uvolnění energie, při vzniku složitějších látek z jednodušších musíme naopak energii dodat. Tuto energii pro svalovou práci získáváme ve formě adenosintrifosfátu (ATP), který je pro ni jediným přímým zdrojem. Vyčerpání zásob ATP ve svalu je fyziologicky nemožné, jelikož pokles zásob vyvolá zapojení procesů resyntézy.

Během zátěže tedy převládají procesy katabolické, ve fázi zotavení procesy obnovné – anabolické.

Existují tři základní energetické zdroje lidského organismu. Většina energetického potenciálu je uchována v tucích (lipidech), a to asi 80% celkové zásoby. Nejvíce využívaným zdrojem energie při sportovním výkonu jsou však sacharidy, ve formě zásobního polysacharidu glykogenu. Glykogen je uložen především ve svalových vláknech, ale také v játrech. Třetí skupinou jsou bílkoviny neboli proteiny, jejichž využití je však při tělesné práci spíše minoritní.

Jak už bylo uvedeno, už v prvních vteřinách pohybové činnosti začínají klesat zásoby ATP ve svalech, a proto je nutné spustit jeho obnovu. Organismus

má k dispozici tři základní energetické dráhy, které tuto resyntézu zajišťují. Tyto systémy nepracují odděleně, dle charakteru výkonu a doby trvání se však mění jejich dominance. Dva z těchto systémů fungují anaerobně (=bez přístupu kyslíku) a jeden aerobně (za přístupu kyslíku).

#### A. ATP-CP systém

Je anaerobní dráhou resyntézy ATP, která převládá v prvních sekundách výkonu vysoké intenzity, poté prudce klesá. ATP spotřebované svalovou kontrakcí je totiž okamžitě resyntetizováno pomocí kreatinfosfátu (CP), zásoby CP ve svalu jsou však omezené, proto je dominantní činnost tohoto systému omezena jen na cca první 2 sekundy intenzivní svalové práce (např. startovní skok), potom jeho významnost značně klesá.

#### B. Anaerobní glykogenolýza

Anaerobní glykogenolýza je druhým anaerobním způsobem získávání ATP, u kterého tělo zpracovává svalový glykogen. Dochází k řadě biochemických reakcí, katalyzovaných specifickými enzymy, jejichž cílem je štěpení glykogenu na jednotlivé molekuly glukózy. Při štěpení glykogenu dochází totiž k uvolňování energie. Avšak z důvodu nepřítomnosti adekvátního množství kyslíku dochází při dominanci této dráhy ke vzniku velkého množství solí kyseliny mléčné (laktátu), k uvolnění vodíkových iontů, snižování pH a zakyselení svalů.

Dominance této dráhy je patrná v první minutě intenzivního pohybového výkonu, potom postupně klesá a ustupuje aerobnímu způsobu získávání ATP.

#### C. Oxidativní fosforylace

Aerobní metabolismus potřebuje ke svému fungování dostatečné množství kyslíku v pracujících svalech. Mluvíme proto o aktivitě, která se svou intenzitou pohybuje maximálně na hranici anaerobního prahu. Nad touto hranicí převažují anaerobní cesty resyntézy ATP. Aerobní tvorba energie probíhá v mitochondriích. Mitochondrie je buněčná organela, která je označována právě jako energetické centrum buňky a ve které probíhají obě části aerobního metabolismu – Krebsův cyklus a dýchací řetězec. V rámci těchto systémů biologických oxidací jsou zpracovávány sacharidy nebo lipidy pro získání energie ve formě ATP. Vedlejším produktem systému je oxid uhličitý a metabolická voda, proto je možné udržet

aktivitu pod hranicí anaerobního prahu velmi dlouhou dobu. Dominanci přebírá aerobní systém cca po minutě intenzivního výkonu.

### **2.3.1 Fyziologická specifika výkonu v synchronizovaném plavání**

Stejně jako v jiných sportech, je úspěch plavce či plavkyně závislý na genetických předpokladech, systematickém tréninku a socio-kulturním kontextu prostředí, kde sportovec vyrůstal.

Výkon v plaveckých sportech je však ovlivněn specifiky vodního prostředí, ve kterém jsou tyto disciplíny vykonávány, jelikož sportovec je při pobytu ve vodě vystaven působení řady tepelných, chemických a mechanických vlivů.

Tepelná vodivost vody je například asi 23x větší než vodivost vzduchu, proto je její vliv na teplotu lidského těla mnohem výraznější. Při plavání také působí na povrch těla hydrostatický tlak vodního sloupce, jehož velikost je určena hloubkou ponoru těla, což ovlivňuje například dýchání, ztěžuje nádech, jelikož dýchací svaly musí tento tlak překonat, a zlehčuje výdech, což při dlouhodobém tréninku pozitivně působí na rozvoj ventilačních schopností plavce (zvyšuje se vitální kapacita plic), dále dochází k prohloubení dýchání a rozvoji hrudního svalstva. Odpor vody se zvyšuje souběžně se zvýšením rychlosti plavání (Neuls, Svozil, Viktorjenik, & Dub, 2013).

Synchronizované plavání je více technicky orientovaným sportem, ale přesto vyžaduje vysokou úroveň fyzické výkonnosti, aby plavkyně mohly podstupovat náročný a rozsáhlý tréninkový proces a také fyzicky náročné závodní sestavy (Pyne & Sharp, 2014). Fyzický stres je také podpořen častým a poměrně dlouhým zadržením dechu v rámci sestav, při kterém je prováděna výrazná svalové práce. (Bante, Bogdanis, Charopoulou, & Maridaki, 2007).

Tento stav se nazývá hypoxie, která nastává při snížení koncentrace kyslíku ve vdechovaném vzduchu a krvi nebo při úplném zadržení dechu. Synchronizované plavkyně mají v tréninku (a také v závodních sestavách) pravidelně zařazované úseky akutní hypoxemie (snížení obsahu kyslíku v krvi), které jsou vyvažovány úseky nad vodou, během kterých se tento stav vyrovnává.

Zadržení dechu (apnoe) způsobuje několik fyziologických změn v systému kardiovaskulárním a dýchacím, které jsou nazývány ponořovacím reflexem (diving reflex), a snaží se o snížení spotřeby kyslíku, aby bylo tělo schopno v apnoi fungovat co nejdelší dobu.



Ponořovací reflex je charakteristický počáteční, parasympatikem způsobenou, bradykardickou odpovědí, následovanou sympatikem spuštěnou vazokonstrikcí v periferních částech těla a v orgánech, které nezajišťují přežití v momentálním stavu a redistribucí okysličené krve do orgánů životně důležitých (Elia, Barlow, Deighton, Wilson, & O'Hara, 2019).

Výkon v synchronizovaném plavání závisí na síle, flexibilitě, koordinaci a vysoké aerobní i anaerobní kapacitě. Úroveň  $VO_2\max$  může u elitních dospělých synchronizovaných plavkyň dosahovat velmi vysoké úrovně (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic a Sajber, 2012).

Dalším důležitým faktorem pro úspěch je u synchronizovaných plavkyň (vzhledem k nutnosti udržení určitých tělesných proporcí) také výživa (Mandic, Peric, Krzelj, Stankovic, & Zenic, 2013). Tento tlak na fyzický vzhled může vést k opoždění růstu, posunutí počátku puberty a také poruchám příjmu potravy – podobně jako v ostatních estetických sportech, jako jsou gymnastika nebo krasobruslení. Tyto jevy podporuje také fakt, že se sportovkyně začínají účastnit vrcholných soutěží v poměrně nízkém věku (okolo 13-15 let), což znamená velmi brzký, specificky zaměřený a extenzivní trénink, (Lundy, 2011).

Dalším znakem synchronizovaného plavání je velmi vysoká úroveň flexibility celého těla, která je dle výsledků studie provedené Cho et al. (2017) vyšší než u zkušených závodních plavců (kteří ve srovnání s jinými sporty projevují také lepší úroveň kloubní pohyblivosti), jelikož strečink je u synchronizovaného plavání jedním ze základních bodů tréninku jak ve vodě, tak na suchu.

Counil (2015) uvádí, že vodní prostředí má také vliv na vnímání vlastního těla a rovnováhu, jelikož informace přicházející do mozku z orgánů smyslového vnímání jsou značně odlišné od normální situace na suchu. Zrakové vjemy tvořené za sítě jsou rozmazané, a tudíž přenáší méně poznatků o okolí. Ponoření ve vodě dále mění vnímání tělesné hmotnosti, a proto narušuje somatosenzorické a proprioreceptivní vnímání. Absence normální sensorické zpětné vazby nutí tělo při pohybu ve vodě spoléhat na jiné zdroje informací, zvláště v případě synchronizovaného plavání, kde je pohyb ve vodě velmi komplexní, běžně také hlavou směrem ke dnu. Plavkyně pro orientaci používají například receptory v kůži, které reagují na tlak, zvyšující se s přibývajícím hloubkou a naopak. Částečné ponoření (v případě dolních končetin zdvihnutých nad vodní hladinu) potom umožňuje centrálnímu nervovému systému analyzovat rozdíly v tlaku mezi

ponořenými a neponořenými částmi těla, čímž plavkyně cítí svoji přesnou polohu bez např. zrakové kontroly.

Z bezpečnostního hlediska řadíme synchronizované plavání mezi sporty s menším rizikem. Mountjoy (2009) uvádí, že procento možnosti vzniku úrazu v tomto sportu asi 1,9 %, zatímco u ostatních olympijských sportů je toto procento asi pětikrát vyšší. Jedinou výjimkou jsou akrobatické prvky, které jsou součástí všech sestav s větším počtem závodnic, jelikož při nich dochází k vyzvednutí jedné (či více) plavkyň nad vodní hladinu, čímž riskuje zranění v důsledku kontaktu s vodou (např. při nepovedeném dopadu na záda či břicho), kontaktu s jinou závodnicí nebo okrajem bazénu. Tyto prvky jsou však divácky velmi zajímavé a oblíbené, proto se stále zvyšuje tlak na jejich obtížnost a počty zranění se tak také přirozeně zvyšují.

Nejvíce přetěžovanými klouby jsou z důvodu vysoké úrovně flexibility hlavně kloubní spojení (ramenní a kolenní kloub) a bederní páteř. (Mountjoy, 2009).

### **2.3.2 Tréninkové efekty zvyšující výkonnost v plaveckých sportech**

Pečlivě plánované tréninkové programy se správně vyváženými fyzickými stimuly jsou efektivním způsobem k narušení homeostázy a následné adaptace organismu na zatížení, která vede ke zvýšení výkonu. V několika posledních dekádách bylo na toto téma produkováno velké množství výzkumu, který osvětloval vztah mezi sportovním výkonem a tréninkem. Jedna z prvních recenzí o významu tréninkových intervencí v plavání byla vydána roku 1986 a jejími autory byl Lavoie and Montpetit. Tito autoři popisovali tréninkové efekty na dýchací, kardiovaskulární a energetický systém společně s vlivy na kompozici těla. V novějších studiích se vyskytují další veličiny jako například adaptace endokrinního systému nebo změny ve složení krve a svalů (Costa, Balasekaran, Vilas-Boas, & Barbosa, 2015).

Mezi základní tréninkové cíle zvyšující výkonnost zařazují Neuls, Svozil, Viktorjeník a Dub (2013):

- Efekt techniky – práce na úrovni specifických pohybových dovedností.
- Efekt síly záběru – pomocí zvýšení svalové síly a rychlosti kontrakce a také zlepšení nervosvalové koordinace mezi CNS a pracujícími svaly.
- Efekty anaerobního metabolismu – zvyšování jeho kapacity v důsledku nárůstu množství ATP resyntetizovaného pomocí anaerobních cest, zvýšení aktivity anaerobních enzymů.

- Efekty aerobního metabolismu – pomocí redukce negativních vlivů acidózy (zvýšení kapacit pro odbourávání laktátu a snížení jeho produkce). Redukce těchto vlivů dosáhneme pomocí zkvalitnění kapilarizace plicních sklípků, rychlejší krevní cirkulace, zvětšení krevního objemu, zvýšení přepravní kapacity krve pro kyslík, zvýšení kapilarizace svalů, nárůst počtu mitochondrií ve svalech, nárůstu aktivity aerobních enzymů, zvýšené aktivity laktátových transportérů v pracujících svalových vláknech atd.
- Tréninkové efekty zvyšující výdrž při tréninku – aby mohli plavci trénovat častěji a intenzivněji, musí být dosaženo zvýšeného množství glykogenu uskladněného v pracujících svalech a také zvýšené úrovně tukového metabolismu, který tyto zásoby následně šetří.

## 2.4 Diagnostika ve sportu

Diagnostika tvoří důležitou zpětnou vazbu pro trenéry i svěřence v průběhu sportovního tréninku. Je to proces analýzy aktuálního stavu sportovce a jeho připravenosti k podání maximálního výkonu. Dle Botka, Neulse, Klimešové a Vyhnánka (2017) patří k hlavním cílům diagnostiky posouzení fyziologických předpokladů jedince a jeho připravenost k provedení výkonu, zefektivnění a zkvalitnění tréninkového procesu, vyhledávání talentů, kontrola organismu sportovce a zjištění případných zdravotních problémů, poškození a dysfunkcí.

Důležitou součástí sportovní diagnostiky jsou motorické a zátěžové testy, kterými rozumíme *standardizovaný postup (zkoušku), jehož obsahem je pohybová činnost a výsledkem číselné vyjádření průběhu či výsledku této činnosti.* (Hájek, 2001, 65). Za motorický test je považován např. skok vysoký, skok z místa, výdrž ve shybu atd., zátěžovým testem potom rozumíme např. maximální a submaximální laboratorní testy. Tyto testy mohou v procesu sportovního tréninku plnit několik funkcí:

- Cílová kritéria: jejich dosažení se předpokládá při splnění všech úkolů tréninkového plánu na určité období – vytváří předpoklad dosažení cílové úrovně výkonnosti.
- Normy a parametry: určování žádané dynamiky změn úrovně pohybových schopností a dovedností – podmínky pro dosažení určitého cíle v rámci tréninkového procesu.

- Prediktory budoucí výkonnosti: tato predikce může být dlouhodobá (např. při hledání talentů v mládežnických kategoriích) či krátkodobá (např. ověření připravenosti před nadcházejícím závodem).
- Ukazatel okamžitého stavu sportovce: určení přesné aktuální hladiny tréninkového zatížení a fyziologické odpovědi v těle sportovce. (Ejem et al., 1988).

#### **2.4.1. Ukazatele sledované ve sportovní diagnostice**

Prvním krokem při přípravě testování je stanovení základních pozorovaných veličin, dle kterých budeme později vyhodnocovat výsledky daného testu, proto je nutné představit si základní ukazatele nezbytné pro provedení kvalitního motorického a zátěžového testování. Ukazatele jsou uvedeny v souladu s Bartůňkovou et al. (2013), Botkem, Neulsem, Klimešovou a Vyhnánkem (2017) a Máčkem a Radvanským et al. (2011).

Srdeční frekvence (SF) – jeden z nejzákladnějších a nejjednodušeji měřitelných ukazatelů ve sportovní diagnostice. Srdeční frekvenci je možné odhadnout i bez použití jakéhokoli přístroje či přesně změřit pomocí běžně dostupných monitorů (sporttestrů), zvyšuje se se zvýšením intenzity zátěže, při dosažení maxima stagnuje i přes nadále se zvyšující zátěž. U zdravých osob vykazuje SF určitou korelaci se spotřebou kyslíku, proto je možné určit pomocí SF anaerobní práh.

Minutová ventilace – udává objem vzduchu prodýchaného během jedné minuty. Ventilace roste se zvyšujícím se zatížením a poukazuje na zvětšení požadavku svalů na přísun kyslíku a zároveň umožňuje rychlejší vylučování oxidu uhličitého. Průběh ventilační křivky je také používán pro stanovení anaerobního prahu.

Respirační kvocient (RQ) – je poměrem vyloučeného  $\text{CO}_2$  ke spotřebovanému  $\text{O}_2$ . Tento kvocient poukazuje na míru zatížení. Přesahování hodnoty 1,0 (1,1-1,2) se používá jako ukazatel dosažení maxima při maximálním testu.

Maximální spotřeba kyslíku ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) – Spotřeba kyslíku poukazuje na množství  $\text{O}_2$  spotřebovaného za jednu minutu. Udává kapacitu transportního systému lidského těla. Při dosažení  $\text{VO}_{2\text{max}}$  v rámci zátěžového testování se subjekt dostává na tzv. plató ve spotřebě kyslíku (tzn. další zvýšení zatížení nevyvolá zvýšení spotřeby  $\text{O}_2$ ).

Koncentrace laktátu v krvi – laktát (neboli sůl kyseliny mléčné) nepřímo ukazuje na velikost „zakyselení“ organismu (množství vodíkových iontů, které snižují pH ve svalu) v rámci dané zátěže. Pomocí laktátové křivky také zjišťujeme hodnotu anaerobního prahu.

Anaerobní práh – je nejvyšší možná intenzita dlouhodobého zatížení, při které nedochází k nerovnováze mezi vyprodukovaným a odbouraným laktátem. Nad tímto prahem už se není tělo dále schopno vyrovnat s tímto vedlejším produktem metabolismu a nastává zakyselení organismu a únava.

Výkon (W) – úroveň výkonu sportovce poukazuje na úroveň jeho silově-vytrvalostních schopností. Výkon je možné zjistit pomocí submaximálních testů jako například test W170 (viz kapitola Příklady testů a testových systémů).

#### **2.4.2. Vlastnosti sportovní diagnostiky**

Pro sestavení testu je nutné dbát na několik základních kritérií, nutných pro jejich hodnověrnost. Nejčastěji se proto používají tzv. standardizované testy, které mají již ověřené metodické postupy, aby byl původní záměr užití testu co nejvíce naplněn. S tím souvisí také správná volba testu, či testových soustav v dané situaci (Hájek, 2001).

Všechny prováděné testy by měly vykazovat tyto vlastnosti:

##### **A. Reliabilita**

Reliabilita neboli spolehlivost testu, je vnitřní vlastností samotného testu a vypovídá o přesnosti měření nebo možné velikosti chyb během měření. Vysoké spolehlivosti test dosáhne v případě, když při opakovaném měření stejného subjektu ve stejných podmínkách dosahujeme téměř stejných či velmi podobných výsledků (Neuman, 2003).

Každé testování a jeho výsledek je však zatížen náhodnou chybou. Zjištěné hodnoty jsou tedy součtem skutečného výsledku a náhodné chyby měření (standardní chyby testu). Kvůli této skutečnosti definujeme koeficient spolehlivosti jako koeficient korelace. Koeficient 1,0 by v tom případě znamenal test, který vylučuje jakoukoliv chybu a vykazuje absolutně přesné testové výsledky, což je však v praxi téměř nemožné. Proto je možné využít následující rozptyl:

Koeficient 0,95-0,99 = velmi vysoká úroveň reliability

Koeficient 0,90-0,94 = dobrá úroveň reliability

Koeficient 0,80-0,89 = přijatelná úroveň reliability

Koeficient 0,70-0,79 = velmi nízká úroveň reliability

Koeficient 0,60-0,69 = individuálně nepřijatelná úroveň reliability, možné použití pouze v rámci charakterizování skupiny (Šimonek, 2015).

## B. Validita

Validita neboli platnost testu je kritériem, ke kterému test vztahujeme. Toto kritérium vyjadřuje přesné vymezení účelu testování a přijetí měřítka toho, co se má testovat. Validita je vyjádřena pomocí číselné hodnoty, která určuje stupeň platnosti udávající, jak dobře test měří to, co má být zjištěno. Nejpoužívanější mírou je tzv. koeficient validity (ideální mírou je koeficient 1,0), (Šimonek, 2015). Test, který je validní, postihuje tedy právě tu schopnost či dovednost, která má být hodnocena. Validita testu je omezena, již zmíněnou reliabilitou, jelikož nespolehlivý (nereliabilní) test nemůže být platný (validní), avšak spolehlivý test může být neplatný (Hájek, 2001).

## C. Objektivita

Objektivita neboli souhlasnost určuje stupeň shody testových výsledků, od různých jedinců vedoucích testování. Vyjadřuje se koeficientem objektivity. Výsledek by měl tedy vylučovat subjektivní faktory, které by ho mohly ovlivnit (Neuman, 2003).

Mezi další vlastnosti testu patří dle Botka, Neulse, Klimešové a Vyhnánka (2017) bezpečnost, jednoduchost, reprodukovatelnost a specifická.

### 2.4.3. Druhy sportovní diagnostiky

Rozdělení sportovní diagnostiky je možné dle několika kritérií. Hájek (2001) rozlišuje dle praktického účelu testování tři základní skupiny:

Testy tělesné zdatnosti a základní motorické výkonnosti – pomocí těchto testů je zjišťována úroveň motorických schopností, tedy určitého předpokladu schopnosti organismu člověka adekvátně zareagovat na tělesnou zátěž. Součástí těchto testů by neměla být testována žádná pohybová dovednost.

Testy tělocvičné a sportovní výkonnosti – Tyto testy se liší s ohledem na jednotlivá sportovní odvětví a jejich specifika. Cílem je zjištění odpovědi

na tréninkové zatížení. V těchto testech dochází k prověřování úrovně pohybových dovedností.

Testy pohybového nadání – neboli testy pohybové inteligence, kterými zjišťujeme úroveň motorického učení subjektu. Obsahem jsou koordinčně složitější pohyby.

Avšak druhů dělení motorických testů je mnohem více, mezi další patří dle Botka, Neulse, Klimešové a Vyhnánka (2017), Hájka (2001), Neumana (2003) a Šimonka (2015) například:

Dělení motorických testů dle místa provádění daného testu na:

Laboratorní testování, jehož výhodou je jednodušší vytvoření standardních podmínek, které umožňují přesnější interpretaci a kvalitnější porovnání dosažených výsledků.

Terénní testování, které více odpovídá reálnému zatěžování v daných sportovních odvětvích, avšak v proměnlivých podmínkách, které ztěžují standardizaci výsledků. Terénní testování je také častěji součástí běžného tréninkového procesu, vzhledem k nenáročnosti přípravy a provedení některých testů.

Dělení motorických testů dle velikosti zatížení na:

Maximální zátěžové testování, které se provádí do subjektivního maxima a pro jeho úspěšné provedení musí být splněny určité fyziologické podmínky (dosažení SFmax, VO<sub>2</sub>max, respirační kvocient větší než 1,0). Trvání maximálního testu by nemělo trvat déle než 12 minut, jelikož za touto hranicí nastupuje svalová únava.

Submaximální zátěžové testování – které pracuje s nižší úrovní velikosti zatížení (cca 70-80% určené SFmax). Tyto testy většinou trvají delší dobu.

Supramaximální zátěžové testování – neboli nadmaximální testy, které slouží pro testování anaerobní kapacity.

Dělení dle počtu testů:

Motorické testy nejsou vždy prováděny jednotlivě, často se sdružují do testových systémů, pro komplexnější pokrytí více schopností a dovedností testovaného subjektu. Tyto systémy obsahují dva nebo více samostatně realizovaných testů spojených do určitého celku.

## A. Testový profil

Je volnější seskupení několika testů, jejichž výsledky se uvádějí jednotlivě, většinou v grafické formě, ale ve stejné bodovací stupnici. Testy sdružované do testových profilů musí zpravidla vykazovat vysokou úroveň reliability, jelikož v případě kombinace nespolehlivých testů se reliability markantně snižuje. Každý z těchto testů má svou samostatnou validitu. Testové profily se využívají v praxi např. pro určení způsobilosti jedince k určité sportovní disciplíně, pro přijímací řízení na tělovýchovné obory a podobně.

## B. Testová baterie

Je naopak pevnějším uceleným testovým souborem, jehož výsledky jsou uváděny dohromady, formou celkového skóre dosaženého z dané testové baterie. Všechny testy, obsažené v testové baterii jsou společně standardizovány a validovány, proto do jisté míry ztrácejí svou samostatnost a jsou dále označovány jako subtesty.

U většiny testových baterií není všem subtestům přisazena stejná významnost (vyjádřena koeficientem), proto je výsledné skóre součtem výsledků jednotlivých subtestů násobených stanoveným koeficientem významnosti daného subtestu v rámci testové baterie.

Testové baterie můžeme dále dělit na homogenní (konstruovány za účelem zvýšení reliability) a heterogenní (konstruovány s účelem zvýšení validity, často uplatňovány pro testování tělesné zdatnosti a výkonnosti).

Bartůňková et al. (2013) doplňuje mezi členění zátěžových testů také členění dle převažujícího typu energetické úhrady (anaerobní, aerobní, kombinované), typu zatížení (dynamické, statické, polohové), typu zatížení svalových skupin a typu práce (různé typy laboratorních zařízení - ergometrů a trenažérů).

### **2.4.4. Příklady testů a testových systémů**

Jak už bylo uvedeno, existuje velké množství druhů zátěžového testování. V této kapitole proto shrnuji obecně nejznámější a nejpoužívanější motorické testy ve sportovní a pedagogické praxi.

Nejsnadněji použitelné testy se nazývají funkční zkoušky, které jsou široce užívány právě pro nenáročnost jejich provedení. Mezi funkční zkoušky patří dle Botka, Neulse, Klimešové a Vyhnánka (2017) například:



Jacíkův test – celostní motorický test, založený na střídání třech poloh – leh na zádech, stoj a leh na břiše. K provedení tohoto testu jsou potřeba pouze stopky. Subjekt střídá tyto tři polohy po dobu dvou minut, přičemž testující započítává každou správně provedenou polohu. Cílem je dosažení co největšího počtu bodů (poloh).

Ruffierova zkouška – test tělesné zdatnosti, jehož základním parametrem je měření srdeční frekvence, která se měří vsedě na zápěstí před zatížením, bezprostředně po zatížení a po uplynutí jedné minuty po dokončení zatížení, vždy po dobu 15 vteřin. Zatížení je v tomto případě stanoveno na 30 dřepů za 30 sekund. Pomocí těchto třech hodnot se potom pomocí Ruffierova indexu ( $RI = [(TF1 + TF2 + TF3) \times 4 - 200] / 10$ ) vypočítá úroveň kondice.

Cooperův test – nejpoužívanější test tělesné zdatnosti. Cílem tohoto testu je uběhnout co největší vzdálenost za 12 minut, ideálně na atletickém ovále (přesně vyměřená trasa). Uběhnutá vzdálenost určuje úroveň kondice dle tabulky (např. za velmi dobrý výkon je ve věku 20-29 u mužů považována vzdálenost nad 2800 m, u žen nad 2700 m).

Ve výkonnostním a vrcholovém sportu je však potřeba přesnější diagnostika, proto je nutné použití laboratorních testů.

Mezi submaximální laboratorní testy patří například test W170, jehož cílem je zjištění úrovně adaptace kardiovaskulárního systému na vytrvalostní zatížení (nepřímé posouzení maximální spotřeby kyslíku). Test je prováděn na bicyklovém ergometru s možností dávkování zatížení (které se během testu zvyšuje) a s připojeným monitorem srdeční frekvence. (Struhár, Novotný, Bernaciková, Kapounková, Pospíchal, & Tomášková, 2019).

Pokud chceme přesně stanovit maximální spotřebu kyslíku ( $VO_2max$ ) či přesnou hodnotu anaerobního prahu, musíme zvolit test do maxima neboli tzv. spiroergometrii, prováděnou na ergometru (stroj s přesně dávkovatelnou mechanickou zátěží), jehož existuje několik druhů – bicyklový, veslařský atd., často je používán také běžecký pás (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Při tomto testu dochází ke sledování několika parametrů – kardiovaskulárních: srdeční frekvence (pomocí monitoru SF), respiračních: minutový příjem kyslíku a minutový výdej oxidu uhličitého (pomocí dechových analyzátorů) a v některých případech i parametrů metabolických (odebírání vzorků laktátu).

Pomocí postupného zvyšování zatížení dosahuje testovaný subjektivního maxima, při kterém sám test ukončuje, a následně jsou zkontrolovány výsledky, dle kterých lze

objektivně usoudit, jestli je možné považovat test za úspěšný (Struhár, Novotný, Bernaciková, Kapounková, Pospíchal, & Tomášková, 2019).

Dle Lintu et al. (2014) je maximální testování široce užíváno mezi zdravými dospělými jedinci pro měření kardiovaskulární kapacity organismu, hemodynamické odpovědi na zatížení, toleranci zatížení a předpoklad sportovní výkonnosti, ale také pro predikci budoucích chronických zdravotních problémů.

Mezi supramaximální laboratorní testy můžeme zařadit např. 30sekundový Wingate test – cyklický test anaerobní kapacity organismu, prováděný na bicyklovém ergometru, při kterém testovaný vyvíjí maximální úsilí po dobu třiceti sekund proti předem stanovené výši odporu (Šimonek, 2015).

K nejznámějším testovým bateriím potom řadíme například UNIFITTEST pro hodnocení základní motorické výkonnosti a tělesné zdatnosti pomocí tohoto souboru testů: skok daleký z místa, leh-sed po dobu 60 sekund, vytrvalostní běh/chůze (alternativy: Cooperův běh, vytrvalostní člunkový běh, chůze 2 km). K těmto třem základním testům bývá přidáván čtvrtý dle věku a úrovně testovaných (Hájek, 2001).

#### **2.4.5. Zátěžové testy vhodné pro plavecké sporty**

Jak už bylo řečeno, diagnostika sportovního výkonu je důležitou součástí tréninkového procesu. Jelikož je výkon ve sportu obecně, tudíž i ve všech plaveckých sportech, vázán na specifické fyziologické adaptace způsobené tréninkovým působením, informace o jednotlivých komponentech těchto adaptací a výkonu mohou poskytnout důležité informace pro zkvalitnění tréninkového procesu (Anderson, Hopkins, Roberts, & Pyne, 2006).

Tato energetická a biomechanická data zjištěná pomocí zátěžového testování jsou tedy zásadní pro efektivitu tréninkové periodizace a také uzpůsobení tréninkových metod tak, aby došlo k maximálnímu možnému zvýšení výkonu sportovce. Výsledky diagnostik by dále měly pomáhat k co největší míře individualizace tréninkového procesu, jelikož každý sportovec a jeho organismus reagují na tréninkové podněty unikátně (Costa, Bragada, Marinho, Lopes, Silva, & Barbosa, 2013).

Pro kvalitní přehled o sportovci by mělo být testování prováděno několikrát za tréninkové období (makrociklus). Nejčastěji se testování provádí na počátku přípravného období a před přechodným obdobím (v době nejvyšší výkonnosti), popřípadě častěji, a to na začátku a konci každé fáze tréninkového cyklu (Gore, 2000).

Testování plavců je možné jak v laboratorních (např. plavecký ergometr), tak v terénních podmínkách (podvodní videoanalýzy, voděodolné telemetrické přístroje se šnorchem), avšak tato testování jsou velmi drahá a časově náročná (a přístup k takovýmto zařízením není rozšířený), (Dalamitros, Manou, & Pelarigo, 2014).

Anderson, Hopkins, Roberts a Pyne (2006) zařazují mezi nejpraktičtějšími testy pro výkonnostní a vrcholové sportovce obecně ty, které mohou být jednoduše provedeny v tréninkovém prostředí. Jednoduchost těchto testů je zvláště v plaveckých sportech velmi těžko replikovatelná v laboratorních podmínkách.

K testům lehce proveditelným v tréninkovém prostředí (tedy v bazéně) patří například měření srdeční frekvence či krevního laktátu (pomocí přenosného laktátového analyzátoru).

Vztah mezi laktátovou tolerancí a rychlostí je široce užíván jako způsob monitorování stavu sportovce identifikováním rychlosti (či intenzity zatížení) při určitém fixním množství laktátu v krvi či na metabolickém (laktátovém) anaerobním prahu. Premisou pro tento druh testování je fakt, že laktátový práh je praktický ukazatel submaximálního výkonu jedince, který reflektuje tréninkové adaptace v pracujících svalech.

Při provádění maximálního testu plavci vzhledem k ekonomizaci cirkulace a diving reflexu nedosahují ani při maximálním výkonu tak vysoké srdeční frekvence jako například na bicyklovém ergometru. Proto může dojít ke zkreslení výsledků při provedení spiroergometrie na suchu (Havlíčková et al., 1993). Toto tvrzení potvrzuje i výzkum Bjørna, Olstada, Bjørlykkeho a Daniely Olstadové (2019), který testoval elitní plavce jak ve vodě, tak na běžeckém páse a bicyklovém ergometru. To ukazuje důležitost specifického testování maximálního výkonu pro každý sport (tak aby test co nejvíce odpovídal danému sportovnímu výkonu), abychom mohli tyto výsledky lépe a přesněji využít ke kontrole a monitorování tréninkového zatížení (studie uvádí průměrnou SFmax naměřenou při testování ve vodě na úrovni 193 tepů/min, zatímco u laboratorního testování se průměrná SFmax pohybuje na 199 tepech/min).

Pro zjištění spotřeby kyslíku ( $VO_2$ ) je možné používat např. upravenou cyklickou ergometrii – na ruční plaveckou lavičku, která simuluje plaveckou pozici a záběr střídavý (kraul) či soupažný (motýlek, prsa). Během toho vyšetření je možné pro přesnější výsledky provádět i analýzu respiračních plynů.

Je několik možností tohoto testování, lišící se v postupném zvyšování zatížení, různých druhích záběrů, počtu záběrů za minutu atd.

Korelace mezi  $VO_2\text{max}$  zjištěnou tímto testem a skutečným plaveckým výkonem se zvyšuje s prodloužením testované distance, avšak stále není zcela průkazná, jelikož test je prováděn v jiném prostředí s pozměněným využitím svalových skupin horních končetin a nevyužitím končetin dolních.

Nejvhodnějším testem pro zjištění maximální spotřeby kyslíku je tedy plavecký protiproud, který umožňuje provedení maximálního testu ve vodním prostředí, ve kterém plavec provádí maximální výkon proti odporu, do subjektivního maxima.

Plavecký ergometr (plavecká lavička) může být však využita i pro zjištění dynamické síly horních končetin či silové vytrvalosti. Biokinetický test na plavecké lavičce je také jedním z nejužívanějších testů pro plavce na suchu. Jak už bylo řečeno, na ergometru je možné provádět jak soupažný, tak střídavý záběr pomocí dvou táhel, ve kterých má umístěné ruce.

Pro určení explosivní síly dolních končetin u plavců se ukazuje jako nejreliabilnější ze všech testů na suchu test vertikálního skoku. Explosivní síla dolních končetin je součástí plaveckého výkonu např. při plaveckém startu či obrátkách (Dalamitros, Manou, & Pelarigo, 2014). U tohoto testu je měřena výška skoku, popřípadě maximální síla svalstva dolních končetin (pokud je k dispozici potřebné zařízení – silová plošina). Může být vykonáván s pomocí paží či bez pomoci paží (Šimonek, 2015).

Dalším anaerobním testem vhodným pro plavce je Wingate test, díky kterému můžeme predikovat maximální rychlost plavání především na krátkých distancích, avšak limitem tohoto testu je, že je prováděn na bicyklovém ergometru, tudíž síla vzniká v dolních končetinách, zatímco při plavání je většina síly tvořena končetinami horními (Stager & Tanner, 2005).

Dalamitros, Manou a Pelarigo (2014) dále uvádějí, že svalová síla plavců je měřena například isokinetickými testy, které se zaměřují na abdukci, addukci a rotaci ramenního kloubu (chronické problémy s ramenem patří mezi nejčastější mezi závodními plavci).

Test, který určuje sílu ruky, se nazývá hand grip, jelikož síla stisku ruky může reflektovat sílu tělesnou a vykazuje jistou korelaci s výsledkem na kratší distance v plavání. Test je prováděn pomocí ručního dynamometru (Dalamitros, Manou & Pelarigo, 2014).

### **3 CÍLE**

#### **Hlavní cíle:**

Hlavním cílem této pilotní studie je vytvoření výkonnostního profilu pěti synchronizovaných plavkyň pomocí skupiny motorických testů volně sdružených do testového systému, který má za úkol popsat úroveň jednotlivých komponentů ovlivňujících výkon v synchronizovaném plavání.

#### **Dílčí cíle:**

- charakterizovat sportovní diagnostiku, její druhy a místo ve sportovním tréninku,
- popsat základní fyziologické a kondiční parametry ovlivňující výkon v synchronizovaném plavání,
- vytvořit testový systém zaměřující se na jednotlivé fyziologické a kondiční parametry důležité pro výkon v synchronizovaném plavání.

#### **Úkoly:**

- vytvořit volně sdružený testový systém laboratorních a terénních testů vhodných pro plavecké sporty,
- provést testování v terénních podmínkách,
- provést testování v laboratorních podmínkách,
- statisticky vyhodnotit sledované parametry a vytvořit testové profily závodnic.

#### **Výzkumné otázky:**

- Jak vypadá výkonnostní profil synchronizované plavkyně, která se pohybuje na úrovni juniorské či seniorské reprezentace?
- Které fyziologické a kondiční parametry se nejvíce odráží ve výkonu synchronizovaného plavání?
- Jaká je souvislost mezi výsledky terénních a laboratorních testů v rámci vytvořeného testového systému?

## **4 METODIKA**

Základní metodou pro vytvoření této pilotní studie s cílem determinace výkonnostního profilu synchronizovaných plavkyň, bylo motorické testování. Byla využita skupina jak laboratorních, tak terénních motorických testů, volně sdružených do testového systému, který měl za úkol odhalit komponenty ovlivňující výkon v synchronizovaném plavání. Testování bylo provedeno v dubnu a květnu 2021 v bazénu a laboratoři Aplikačního centra Baluo v Olomouci.

### **4.1 Použité testy**

Testy byly vybrány z odborné literatury a již provedených studií, dle vhodnosti pro plavecké sporty s ohledem na fyziologické komponenty výkonu v synchronizovaném plavání – vytrvalost (kapacita transportního systému), dynamická síla dolních končetin, dynamická síla horních končetin. Dalším důležitou komponentou výkonu, která testována nebyla, je technika.

#### **4.1.1 Laboratorní testy**

##### **A. Diagnostika složení těla**

Pro zjištění složení těla sledovaných subjektů byla použita metoda bioelektrické impedance. Konkrétně byl k měření použit přístroj TANITA MC-980-MA. Tento diagnostický přístroj je multifrekvenčním segmentálním analyzátozem vhodným i pro lékařské účely. Poskytuje rychlou, přesnou a detailní tělesnou analýzu pomocí bioimpedančního skenu, který využívá šesti frekvenčních pásem. Vyšetření pracuje se střídavým proudem, vysílaným z dotykových elektrod do jednotlivých segmentů, který diferencuje tělesnou hmotu na tři složky – celkovou tělesnou vodu (intracelulární a extracelulární tekutinu), tělesný tuk a tukuprostou hmotu (proteiny a minerály). Přístroj byl využit v laboratorních podmínkách dle pravidel uvedených v oficiálním návodu (TANITA, 2010).

##### **B. Test do maxima**

Test do maxima byl proveden pomocí spiroergometrie, která je považována za nejkompexnější a nejpropracovanější metodu vyšetření transportního systému (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Test byl proveden v laboratoři

na běžecím ergometru (Lode Valiant, Groningen, Netherlands). Bylo sledováno několik parametrů: srdeční frekvence, respirační kvocient,  $VO_2\max$  a maximální výkon.

K měření dýchacích plynů byla použita spirometrie (Ergostik, Geratherm Respiratory, Bad Kissingen, Germany) k měření srdeční frekvence byl použit hybridní snímač tepové frekvence Polar Heart Rate Sensor H2, který se skládá z konektoru a hrudního pásu, vysílajícího data do počítače, který řídí a vyhodnocuje průběh testu (Polar, 2011). K ukončení testu došlo testovanými po dosažení subjektivního maxima.

Limitem tohoto testování je však také technika běhu, která u sportovců pohybujících se ve vodním prostředí nemá vždy vysokou úroveň. Nejpřesnějších výsledků by bylo dosaženo při použití plaveckého protiproudu, který však bohužel nemáme k dispozici.

Byl použit test zvyšovaného zatížení, vhodný pro sportující ženy, následujícího průběhu:

- 1-3. minuta = rychlost: 7 km/h, sklon  $0^\circ$
- 4. minuta = rychlost: 8 km/h, sklon:  $5^\circ$
- 5. minuta = rychlost: 10 km/h, sklon:  $5^\circ$
- 6. minuta = rychlost: 11 km/h, sklon:  $5^\circ$
- 7. minuta = rychlost: 12 km/h, sklon:  $5^\circ$
- 8. minuta = rychlost: 13 km/h, sklon:  $5^\circ$
- 9. minuta = rychlost: 13 km/h, sklon:  $7^\circ$
- 10. minuta = rychlost: 13 km/h, sklon:  $9^\circ$
- 11. minuta = rychlost: 13 km/h, sklon:  $11^\circ$
- 12. minuta = rychlost: 13 km/h, sklon  $13^\circ$

### C. Test dynamické síly horních končetin na plaveckém ergometru

Pro získání výzkumných dat byl použit plavecký ergometr Biometer: Isokinetic trainer, vyrobený firmou Otto Otto GmbH, který umožňuje simulaci plaveckého záběru paží v laboratorních podmínkách. Tento přístroj se skládá z kovové konstrukce, plastového krytu a displeje. Na konstrukci jsou upevněny kladky s lanky, na konci kterých se nacházejí plavecké „packy“, které si plavec natáhne na dlaně před počátkem testu. Druhý konec lanek vede do přístroje měřícího data. Tato data jsou generována pomocí vestavěného integrovaného snímače, který hodnotí jak svalovou sílu,

tak frekvenci a délku záběru. Pomocí těchto hodnot byl zjištěn moment síly uvedený v newtonmetrech (Nm), který ukazuje celkový výkon sportovce v daném testu.

Přístroj umožňuje nastavení několika úrovní odporu. Pro testování byl zvolen jako vhodný odpor 5, tedy střední zátěž. Konkrétně byl použit anaerobní test AN20, který je využíván i např. českou plaveckou reprezentací (Pekárek, 2021).

Subjekty ležely na lavici v poloze na břiše a měly za úkol provést 20 záběrů soupaž co nejvyšší rychlostí a co největší silou. Jak už bylo řečeno, plavecký ergometr hodnotí trajektorii záběru, sílu a celkový čas, za který dokážou testovaní těchto 20 záběrů provést. Čas byl měřen jak plaveckým ergometrem, tak laboratorním pracovníkem na stopkách. Interval odpočinku mezi pokusy byl dle metodiky Matúše a Labudové (2010) stanoven na 4 min.

Záběry soupaž byly zvoleny z důvodu podobnosti tohoto záběru se záběrem prováděným při dynamickém výpichu ve vodě (tzv. barracuda).

Tabulka 1 ukazuje výkony 11 pohybově aktivních mužů, průměrného věku 28,5 let z roku 2021, kteří byli podrobena stejnému testu (Pekárek, 2021).

Tabulka 1. Výsledky AN20 testu na plaveckém ergometru, odpor 5, (n = 11, muži) (Pekárek, 2021)

	<b>M</b>	<b>SD</b>
<b>sum Nm</b>	6363,18	1053,52
<b>M Nm</b>	318,09	52,79
<b>time</b>	25,14	3,79
<b>M time/stroke</b>	1,26	0,19
<b>M watt</b>	256,09	44,14
<b>M W/kg</b>	2,95	0,85

**Vysvětlivky:** **M** – aritmetický průměr, **SD** – směrodatná odchylka, **sum Nm** – součet momentů síly na 20 záběrů v Newton metrech, **M Nm** – průměrný moment síly na záběr, **time** – čas provedení 20 záběrů, **M time/stroke** – průměrná doba trvání jednoho záběru, **M watt** – průměrný výkon na jeden záběr, **M W/kg** – průměrný výkon na jeden záběr děleno hmotností subjektu.

#### D. Vitální kapacita plic

Vitální kapacita plic byla měřena pomocí laboratorní spirometrie (Ergostik, Geratherm Respiratory, Bad Kissingen, Germany). Tímto termínem je označeno základní vyšetření plicní ventilace, kterým je měřen maximální nádech, maximální výdech a maximální vteřinový výdech (jednosekundová vitální kapacita FEV1). Z těchto hodnot je poté vypočítána vitální kapacita plic (VC) a náležité hodnoty vitální



kapacity plic a jednosekundové vitální kapacity. Těmito náležitými hodnotami rozumíme hodnoty, kterých by měl subjekt dosahovat vzhledem k pohlaví, věku, výšce a hmotnosti. Toto neinvazivní vyšetření je široce využíváno pro diagnostikování dýchacích potíží a nemocí dýchací soustavy.

Během testování se vyšetřování nachází ve vzpřímené poloze, ve které dle pokynů přístroje provádí maximální nádech a výdech. Postup se obvykle opakuje, aby došlo ke stanovení průměru jednotlivých charakteristik (Rosina, Vránová, Kolářová, & Staněk, 2013).

#### E. Skok z místa

Skok do dálky z místa je běžně využívaným motorickým testem pro zjištění explozivní síly dolních končetin a je také součástí několika testových baterií (UNIFITTEST, EUROFIT TEST).

Skok byl proveden dle metodiky uvedené v publikaci Měkota et al (2002). Subjekty měly 3 pokusy, z nichž byl započítán nejlepší pokus. Skok do dálky z místa provedly ze stoje mírně rozkročnéno před odrazovou čarou. Odrazem z obou nohou vpřed bylo dosaženo co největší vzdálenosti od odrazového místa. Po doskoku stojí testovaný na místě až do změření. Výsledná hodnota se určuje dle místa dotyku nejbližší odrazové čáře.

Tabulka 2. Skok z místa (Měkota et al., 2002)

<b>Skok z místa</b>	
<b>Výkon</b>	<b>dívky 15 - 20 let</b>
<i>podprůměrný</i>	do 155 cm
<i>průměrný</i>	156 cm-184 cm
<i>nadprůměrný</i>	více než 185 cm

### **4.1.2 Terénní testy provedené ve vodě**

#### A. Plavecký test na 200 metrů volným způsobem

Plavecký test na 200 metrů volným způsobem byl proveden v bazénu délky 25 m, se startovním skokem, po předchozím rozplavání. Čas byl měřen na stopkách s přesností na desetiny sekundy. Na test měly subjekty jeden pokus.

## B. Plavecký test 50 metrů volným způsobem

Plavecký test na 50 metrů volným způsobem byl také měřen v bazénu délky 25 m, se startovním skokem, po předchozím rozplavání. Čas byl sledován na stopkách s přesností na desetiny sekundy. Na test měly subjekty jeden pokus.

## C. Test barracuda

Barracuda je jedním z nejznámějších prvků synchronizovaného plavání, zařazovaný už od kategorie mladších žákyň (cca od 8 let). Sportovkyně, provádějící barracudu – neboli vertikální výpich dolních končetin nad vodu, se snaží dostat nad vodu co největší část těla. Z důvodu jasné potřeby rychlosti a produkce maximální síly je tento test považován za tzv. „power move“ a poukazuje na úroveň explozivní síly jedince (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic, & Sajber, 2012). Barracuda byla provedena z Back Pike Position se špičkami těsně pod hladinou. Rychlým svislým pohybem Thrust (výpich, vyražení) je zaujata Vertical Position (dle pravidel FINA, 2017). Barracuda existuje v mnoha formách a modifikacích. Pro testování byla zvolena její nejjednodušší podoba pro udržení vysoké reliability testování. U složitějších modifikací je i u zkušených závodnic větší pravděpodobnost chyby a neprovedení maximálního pokusu.

Každý subjekt měl na provedení tohoto prvku 3 pokusy. U každého pokusu byla měřena vzdálenost palců od vodní hladiny, pomocí metru umístěného svisle na okraji bazénu. Hodnocení pokusu bylo vždy prováděno po kontrole videozáznamu. Z nejlepšího pokusu bylo potom pomocí tělesné výšky vypočítáno, kolik procent svého těla dostaly subjekty pomocí vyražení nad hladinu.



**Figure 1** Barracuda performance

*Figure 1a. Start position*



*Figure 1b. Finish position*

Obrázek 1. Provedení barracudy (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic, & Sajber, 2012)

#### D. Test výšlapu

Cílem výšlapu (anglicky boost) je také co nejvyšší vertikální pozice nad hladinou, avšak v tomto případě první protíná hladinu hlava, ne špičky chodidel.

Tentokrát je tedy nad vodou sportovcova horní část těla. I tento prvek patří do skupiny „power moves“ jelikož vyžaduje rychlost a maximální explozivní sílu dolních končetin (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic, & Sajber, 2012). Výšlap začínal z pozice lež na břiše na vodní hladině, ze které se subjekty rychle přesunuly do pozice vertikální a zvedly napnuté horní končetiny nad hlavu.

Každý testovaný měl na provedení výšlapu 3 pokusy. U každého pokusu byla změřena vzdálenost mezi konečky prstů horních končetin a vodní hladinou pomocí metru umístěného svisle na okraji bazénu. Hodnocení pokusu bylo vždy prováděno po kontrole videozáznamu. Z nejlepšího pokusu bylo potom pomocí tělesné výšky vypočítáno, kolik procent svého těla dostaly subjekty pomocí explozivní síly nad vodní hladinu.



Figure 2 Boost performance

Figure 2a. Start position



Figure 2b. Finish position

Obrázek 2. Provedení výšlapu (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic, & Sajber, 2012).

#### E. Test statické apnoe

Statická apnoe je jednou z potápěčských bazénových disciplín, jejímž cílem je vydržet pod vodou co nejdéle na jeden nádech. Tato výdrž je prováděna v klidovém stavu, kdy se testovaná osoba vznáší na hladině a snaží se o maximální uvolnění a eliminaci zapojení svalů (Novomeský, 2013).

Subjekty měly na test statické apnoe 2 pokusy, prvnímu nepředcházelo žádné speciální uklidnění a vydýchání, před druhým pokusem měly 2 minuty na zklidnění. Do výsledků byly započítány oba časy a také rozdíl mezi těmito časy.

#### F. Test dynamické apnoe

Je další bazénovou potápěčskou disciplínou, dělicí se dále na kategorie s ploutvemi a bez ploutví. Cílem této disciplíny je překonání co nejdélejší vzdálenosti na jeden nádech (Novomeský, 2013).

Testování měli na tento test dva pokusy, které byly provedeny ve dvou po sobě následujících tréninkových jednotkách (druhý den). Testovaný si sám zvolil počátek testu nádechem a odrazem od stěny bazénu. Uplavaná vzdálenost byla měřena pásmem nataženým na okraji bazénu, dle místa vynoření. Započítán byl lepší pokus.

#### G. Sledování srdeční frekvence v rámci sestavy

Sledování fyziologické odpovědi na závodní formu sestavy je předmětem většiny z malého množství studií, které se synchronizovaným plaváním zabývají. Odpověď jednotlivých systémů na výraznou tělesnou práci v časté a poměrně dlouhé apnoe je stále jen málo probádaným územím.

Sledování srdeční frekvence během zátěže bylo do této práce použito pouze okrajově, jelikož z důvodu vládních restrikcí, zrušeného závodění, zavřených bazénů a neumožnění trénovat neprofesionálním sportovcům, nebyla v době testování žádná ze sestav v plné závodní podobě. Výsledky by proto nebyly zcela průkazné a z toho důvodu nebudou zařazeny do výkonnostních profilů, ale pouze jako souhrn základních pozorovaných faktorů v druhé části výsledků.

Pro monitorování srdeční frekvence byly použity voděodolné tréninkové hodinky Polar RCX5 ve spojení s hybridním snímačem tepové frekvence Polar Heart Rate Sensor H2, který je pomocí stahovacího pásu umístěn na hrudníku. Tento snímač vysílá informace o srdeční frekvenci do hodinek, které zaznamenávají průběh zatížení (Polar, 2011).

### **4.2 Výzkumný soubor**

Vytvoření výzkumného souboru pro tuto studii bylo ovlivněno vládními restrikcemi spojenými s pandemií COVID19, trvajících s přerušováními od března roku 2020 až do současnosti (červen 2021). Vzhledem k umožnění tréninku profesionálním sportovcům bylo do studie zahrnuto pět děvčat, které jsou součástí Sportovního klubu Univerzity Palackého Olomouc a zároveň jsou také zařazeny do juniorského či seniorského reprezentačního týmu České republiky v synchronizovaném plavání.

Děvčata jsou narozena od roku 2001 do roku 2005 a na reprezentační úrovni se pohybují již několik let. Mají za sebou účasti na mezinárodních soutěžích jako např.: juniorské Mistrovství Evropy ve Finsku 2018, juniorské Mistrovství Evropy v Praze 2019, nebo Mistrovství světa v Šamoríně 2019 pro děvčata do patnácti let.

Těchto 5 děvčat bylo hodnoceno třemi kvalifikovanými trenérkami (trenérské licence III. a II. stupně) s praxí od 4 do 12 let, které společně trénují juniorskou a seniorskou kategorii SK UP Olomouc v posledních dvou letech. Hodnocení proběhlo před počátkem testování, aby nedošlo k ovlivnění výsledků.

Bylo hodnoceno celkem 8 parametrů, které jsou pozorovány i v rámci rozhodování závodních sestav na soutěžích (všechny trenérky mají také licenci pro rozhodování) – a to: celkový projev, technika, výška šlapání a výšlapů, výška ve svislých polohách (nohy jsou v těchto polohách z vody, tělo a hlava pod vodou), pevnost pohybů, rychlost pohybů, rozsah pohybů a celková kondice. Nebylo provedeno žádné testování těchto parametrů. Použitou metodou bylo dlouhodobé, systematické pozorování svěřenců, na jehož základu byla děvčata hodnocena.

Každý z hodnotících srovnal děvčata v každé kategorii od 1 do 5. Z těchto známek byl pro každý subjekt vytvořen vážený průměr hodnocení.

Tato forma srovnání byla vybrána především z důvodu absence závodů v posledních 16 měsících (opět z důvodu globální pandemie COVID19), jejichž výsledky by mohly sloužit pro objektivní porovnání výkonnosti děvčat.

### **4.3 Zpracování dat**

Pro vyhodnocení výsledků laboratorních testů byly použity softwary u jednotlivých přístrojů (spirometrie, bioelektrická impedance, plavecký ergometr, spiroergometrie). Následné zpracování dat získaných z laboratorních i terénních testů bylo provedeno softwarem Statistica 13.4 (TIBCO, 2018). Pro další statistické i grafické zpracování byl použit program Microsoft Excel.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Výkonnostní profily testovaných

Po vytvoření co nejkompexnějšího testového systému, sdružujícího jak laboratorní, tak terénní testy, bylo provedeno měření na pěti reprezentantkách ČR v synchronizovaném plavání. Z těchto měření byl vytvořen výkonnostní profil každého ze subjektů.

Je nutné podotknout, že výsledky některých testů byly velmi těsné, což poukazuje na kompatibilitu výzkumného souboru, jelikož výkonnost děvčat se ve většině faktorů pohybuje na podobné úrovni, z důvodu podstupování společného tréninku, a také jsou součástí jedné týmové sestavy. Pro kvalitně provedenou sestavu synchronizovaného plavání je srovnatelná úroveň všech závodnic jedním ze základních klíčů k úspěchu.

#### 5.1.1 Výkonnostní profil subjektu 1

Tabulka 3. Základní charakteristika subjektu 1

<b>Základní charakteristika</b>			
<b>věk</b>	18 let	<b>BMI</b>	20,5
<b>výška</b>	168 cm	<b>% tuku</b>	21,3
<b>hmotnost</b>	58 kg	<b>FFM</b>	45,6 kg

**Vysvětlivky:** **BMI** – body mass index neboli index tělesné hmotnosti, **FFM** – fat free mass neboli netučná hmota

Dívka číslo 1 byla v hodnocení vytvořeném trenéry, které čítalo 8 kategorií, uvedených v metodické části, hodnocena průměrnou známkou 1,5. Nejlepší hodnocení získala dokonce v 7 z 8 uvedených kategorií. Jedinou komponentou, ve které dle trenérů strádá, je flexibilita (tam byla naopak ze souboru hodnocena jako nejhorší).

Toto hodnocení je způsobeno především vysokou úrovní techniky a stabilní výkonností ve všech prvcích důležitých pro provedení kvalitního výkonu v soutěžních podmínkách. Všichni hodnotitelé se ve svých protokolech shodli, že celkový výkon synchronizovaného plavání této dívky je na nejlepší úrovni z vybraného souboru.

V plaveckých testech se ukázalo, že ve srovnání s ostatními, je více vytrvaleckého zaměření, jelikož její výkon na 50 m kraul (0:33,2) se zařadil na předposlední místo, avšak na 200 metrové trati už dosáhla druhého nejlepšího výkonu (2:38). Dle časů

v tréninkových denících trenérů je pravděpodobné, že by jednoho z nejlepších výsledků ze skupiny dosáhla i na delších tratích (400 a 800 m).

Terénním testem hodnotícím sílu horních končetin byla barracuda. V nejlepším pokusu tohoto testu dokázala výpichem dostat nad vodní hladinu 67,8 % svého těla (114 cm ze 168 cm), což je délka od špiček na nohou po cca polovinu zad. Tato výška by byla dle manuálu FINA (2017) pro rozhodčí hodnocena známkou 8,5-9,0 z 10 možných (kdy 10 je známka nejvyšší). Tabulka pro hodnocení výšky je vložena v přílohách.

Barracuda ve své nejjednodušší podobě (testovaná podoba) je však povinnou figurou v kategorii mladších zákyň (děvčata 10-12 let). V kategorii 15 a více (juniorky a seniorky) už se objevuje ve svých složitějších modifikacích.

Ve srovnání s ostatními děvčaty dosáhla dívka 1 druhého nejhoršího výkonu po přepočtu na procento těla, její výkon v cm byl však druhý nejlepší (je nejvyšší dívkou z výzkumného souboru).

V laboratorním testu hodnotícím dynamickou sílu horních končetin na plaveckém ergometru dosáhla druhého nejsilnějšího průměrného záběru (172 nM na záběr), avšak za nejpomalejšího času 27 s. Proto v přepočtu na watty na kg hmotnosti dosáhla nejhoršího výkonu (2,19 W/kg).

Skok z místa a test výšlapu hodnotili dynamickou sílu končetin dolních. Ve skoku z místa dosáhla testovaná nadprůměrného výsledku 200 cm. V rámci souboru se jednalo o druhý nejlepší výsledek. V testu výšlapu dokázala dostat nad hladinu vody 63,1 % své výšky se vzpaženými pažemi. Tato výška se dle manuálu pro rozhodčí FINA (2017) pohybuje opět na úrovni 8,5-9 z 10 možných bodů (opět se vyskytují různé modifikace výšlapů, které jsou prováděny v rámci všech závodních sestav).

Kapacity dýchacího systému byly prověřeny laboratorní spirometrií a testy statické a dynamické apnoe v bazénu. Vitální kapacita plic této dívky činí 4,35 l (111 % náležité hodnoty VC), jednosekundová vitální kapacita potom 3,58 (105 % náležité hodnoty FEV1). V testu dynamické apnoe uplavala bez nádechu 50 m. Při výdrži statické vydržela na nádech 1:30,0 (po dvouminutovém uklidnění). Statická apnoe bez přípravy činila 0:52,0 s. Tyto výsledky patří v souboru spíše ke slabším výkonům (především výsledky statické apnoe a FEV1), avšak v širším měřítku se jedná o hodnoty nadprůměrné.

Klidová srdeční frekvence měřená po probuzení čítá u tohoto subjektu 66 tepů/min. V rámci maximálního zátěžového testu byla změřena SFmax na 191 tepů/min.

Hodnota  $VO_2\text{max}$  byla spiroergometrií stanovena na 42,8 ml/kg/min – tedy na nejvyšší hranici průměru (Opočenský, 2014). Již uvedeným základním limitem byla pravděpodobně technika běhu, ale také věk subjektu (18 let) predikuje zvýšení této hodnoty v následujících letech. Dívka 1 také dosáhla nejvyššího výkonu v rámci tohoto testu, který činil 4,9 W/kg. Respirační kvocient při dosažení maxima se rovnal 1,13.

Testové výsledky dívky 1 byly velmi solidní, avšak nepotvrdily jasnou dominanci určenou hodnocením trenérům. Tento fakt potvrzuje komplexnost tohoto sportu a důležitost faktoru techniky (která nebyla testována) a také – jelikož je synchronizované plavání stále sportem estetickým, důležitost ideálních tělesných proporcí popsaných v kapitole 2.2 (Somatické parametry v plaveckých sportech). V tomto ohledu je dívka 1 prototypem sportovkyně věnující se synchronizovanému plavání (viz tabulka 3.).

### 5.1.2 Výkonnostní profil subjektu 2

Tabulka 4. Základní charakteristika subjektu 2

<b>Základní charakteristika</b>			
<b>věk</b>	20 let	<b>BMI</b>	25
<b>výška</b>	163 cm	<b>% tuku</b>	29,1
<b>hmotnost</b>	66,5 kg	<b>FFM</b>	47,1 kg

**Vysvětlivky:** **BMI** – body mass index neboli index tělesné hmotnosti **FFM** – fat free mass neboli netučná hmota

Dívka číslo 2 patří k jedné ze dvou našich nejzkušenějších závodnic, které se na reprezentační úrovni pohybují už 5 let. Průměrně byla její momentální úroveň trenéry hodnocena známkou 3,7. Její silné stránky jsou flexibilita, dobrá úroveň techniky a pevnost provedení. Horšího hodnocení v rámci souboru dosáhla v kategoriích kondice a rychlosti pohybů.

Nižší úroveň kondice ve srovnání s ostatními se potvrdila v plaveckých testech na 50 m a 200 m. Na 50 m zaznamenala nejhorší výsledek (0:33,4), na 200 m potom čas předposlední (2:39,0) – opět ale mluvíme o poměrně malých rozestupech mezi děvčaty. V delších plaveckých testech dle tréninkových deníků také nedosahuje nejlepších výsledků.

Silové schopnosti dívky 2 jsou však na velmi dobré úrovni. V testu barracudy, který zjišťuje (kromě elementu techniky) i dynamickou sílu horních končetin, dosáhla



druhého nejlepšího výsledku ze souboru s 69,3 % těla (113 cm ze 163 cm), které dostala nad vodní hladinou pomocí záběru paží. Tento výkon by byl hodnocen dle manuálu FINA (2017) známkou cca 8,5-9,0 (viz přílohy). V laboratorním testu na plaveckém ergometru, dosáhla nejvyššího průměrného momentu síly na záběr, konkrétně 179 Nm. V přepočtu na kg hmotnosti byl tento výkon hodnocen jako druhý nejlepší (2,3 W/kg). Test zvládla provést i za nejkratší čas, který se rovnal 23,4 s – což je asi 1,17 s na jeden záběr.

U skoku z místa, který je zaměřený na sílu dolních končetin, dosáhla s poměrně velkým náskokem (15 cm) nejlepšího výsledku v hodnotě 215 cm. Tuto dominanci nepotvrdila u testu výšlapu, u kterého dostala nad vodu 62,2 % své výšky se vzpaženými pažemi (tento výkon byl ve srovnání těsně 4.). Stále však mluvíme o výkonu na úrovni známky 8,5-9,0 (FINA, 2017).

Spirometrie i u dívky 2 poukázala na zvýšené hodnoty měřených parametrů. Vitální kapacita plic byla změřena na 4,34 l (118 % náležité hodnoty VC), jednosekundová vitální kapacita na 3,76 l (117 % náležité hodnoty FEV1). Zvýšená dechová kapacita se projevila i v testech statické a dynamické apnoe v bazénu. V měření statické apnoe dosáhla v pokusu bez předchozího rozdýchání času 1:04,0, po dvouminutovém uklidnění tento čas prodloužila na 1 min 47 s. U testu dynamické apnoe uplavala bez nádechu 49 m.

Klidová srdeční frekvence byla stanovena na 72 tepů za minutu, subjekt tedy nevykazuje sportovní bradykardii typickou pro vysokou úroveň vytrvalostní adaptace. Maximální srdeční frekvence byla změřena na 188 tepů/min. Hodnota  $VO_2\max$  byla spiroergometrií stanovena na 37 ml/kg/min, což je průměrný výsledek pro ženu ve věku 20 let. U tohoto subjektu však byla technika běhu pravděpodobně výrazným limitem. Respirační kvocient splnil požadavek pro dosažení maxima vystoupaním na hodnotu 1,13, nejvyšší dosažený výkon v rámci tohoto testu se rovnal 4,2 W/kg.

Nejvýraznějším limitem pro podání lepšího výkonu je pro dívku 2 zřejmě nižší úroveň vytrvalostních adaptací, na které poukazuje např. úroveň  $VO_2\max$ , nebo hodnota klidové srdeční frekvence. Naopak úroveň silových schopností je dle výsledků jak laboratorních, tak terénních testů zaměřených na tuto schopnost v rámci skupiny na velmi dobré úrovni.

### 5.1.3 Výkonnostní profil subjektu 3

Tabulka 5. Základní charakteristika subjektu 3

<b>Základní charakteristika</b>			
<b>věk</b>	16 let	<b>BMI</b>	21,8
<b>výška</b>	161 cm	<b>% tuku</b>	23,4
<b>hmotnost</b>	56,4 kg	<b>FFM</b>	43,2 kg

**Vysvětlivky:** **BMI** – body mass index neboli index tělesné hmotnosti **FFM** – fat free mass neboli netučná hmota

Dívka číslo 3 je druhou nejmladší v rámci testovaného souboru, přesto už má za sebou poměrně velké množství reprezentačních zkušeností. V hodnocení trenéry obdržela průměrnou známku 2,4, což je druhé nejlepší hodnocení. Čistou 1 získala v kategorii flexibility, mezi její další silné stránky patří dle trenérů kondice, rychlost pohybů a výška (především šlapání a výšlapů). Jako slabá stránka se ukazuje např. technika či pevnost pohybů.

Dobré hodnocení trenérů potvrdila tato dívka především v terénních testech, kde dosáhla nejlepšího výsledku hned ve čtyřech testech. Prvními dvěma testy s nejlepším výsledkem byly oba plavecké testy. 50 m volným způsobem zvládla překonat za 32,1 s, 200 m volným způsobem za 2:37,0. Kvalitních časů dosahuje i v delších plaveckých disciplínách.

Dynamická síla horních končetin, posouzená testem Barracudy a testem AN20 na plaveckém ergometru, se v rámci souboru jeví jako průměrná, jelikož v obou testech zaznamenala 3. nejlepší výsledek. V testu barracudy dokázala dostat nad vodu 68,3 % svého těla (110 cm ze 161), hladina vody je i u této hodnoty cca v polovině zad, proto by známka dle manuálu FINA (2017) byla stanovena na 8,5 až 9 z deseti stupňů hodnocení (viz přílohy). Na plaveckém ergometru měla v rámci souboru třetí nejlepší výsledek jak na nejlepší čas výkonu (24,5 s) a nejlepší průměrný záběr (159 Nm), tak i na nejlepší výkon na kg hmotnosti (2,29 W/kg).

Velmi dobré hodnocení od trenérů za výšku šlapání a výšlapu potvrdila právě testem výšlapu, ve kterém získala další nejlepší výsledek v rámci terénního testování, když nad vodu dostala 64,9 % své výšky se vzpaženými pažemi. Tento výsledek by se rovnal známce okolo 9,0-9,3 (FINA, 2017). V testu skoku z místa zaznamenala stále nadprůměrný výsledek 191 cm.

Posledním terénním testem, ve kterém podala nejlepší výkon – a to s velkým náskokem, byl test dynamické apnoe. Bez nádechu uplavala 83 m, za 1 min 21 s. V testu statické apnoe vydržela v 1. pokusu bez předchozího vydýchání 1:12, v 2. pokusu po dvou minutách uklidnění její čas činil 1:46,1. Na velmi dobrou kapacitu dýchacího systému poukázala i spirometrie. Dívka 3 má největší vitální kapacitu plic z testovaných, která byla stanovena na 4,61 l (139 % náležité hodnoty VC), jednosekundová vitální kapacita byla naměřena na 141 % náležité hodnoty FEV1 (3,93 l).

Srdeční frekvence v klidu byla po ranním měření stanovena na 66 tepů/min. V rámci maximálního testu potom stoupla až na 199 tepů (SFmax). Maximální spotřeba kyslíku byla spiroergometrií stanovena na 35,7 ml/kg/min, což je průměrná hodnota ženy ve věku 20 let. Dívce 3 je však teprve 16 let, takže se dá predikovat výrazný růst této hodnoty při udržení intenzivního tréninku. Výrazným limitem ovlivňující průběh testu byla pravděpodobně opět technika běhu. Hodnota respiračního kvocientu při dosažení maxima se rovnala 1,16, výkon podaný během testu byl nejvyšší (společně s dívkou 1) – a to 4,9 W/kg.

Dívka 3 vykazuje už od kategorie mladších záskyň velký potenciál a velmi dobré výsledky v závodních kategoriích. Důležitým aspektem v možném posunu je zlepšení a ustálení úrovně techniky a výkonu, spojené se vstupem mezi vyspělejší závodnice (především kategorie seniorek).

#### 5.1.4 Výkonnostní profil subjektu 4

Tabulka 6. Základní charakteristika subjektu 4

<b>Základní charakteristika</b>			
<b>věk</b>	16 let	<b>BMI</b>	18,5
<b>výška</b>	165 cm	<b>% tuku</b>	19
<b>hmotnost</b>	50,3 kg	<b>FFM</b>	40,7

**Vysvětlivky:** **BMI** – body mass index neboli index tělesné hmotnosti **FFM** – fat free mass neboli netučná hmota

Dívka číslo 4, je nejmladší z výzkumného souboru této diplomové práce. Je i nejméně zkušenou závodnicí, která se přidala k této tréninkové skupině v září 2020 (kategorie juniorek a seniorek). Především z tohoto důvodu byla trenéry průměrně hodnocena známkou 3,8, což byl nejhorší výsledek, avšak v dlouhodobém horizontu

je tato závodnice také velmi perspektivní a v nižších kategoriích dosahovala velmi dobrých výsledků, které jí vynesly zasloužené místo v české juniorské reprezentaci. Dobré hodnocení získala od trenérů v kategoriích flexibility, kondice a výšky šlapání, výšlapů i svislých poloh. Mezi slabé stránky potom byla zařazena technika, pevnost a celkový výkon (opět ovlivněno věkem). Dalším faktorem v jejím rozvoji mohou být i tělesné rozměry (viz tabulka 6.), které jí, stejně jako dívce 1, poskytují v tomto estetickém sportu jistou výhodu.

Jak v terénním, tak v laboratorním testování ukázala tato závodnice velký potenciál pomocí velmi kvalitních výsledků, ve kterých často předčila své starší kolegyně.

V plaveckém testu na 50 m volným způsobem zaznamenala druhý nejrychlejší čas (32,5 sekund), naopak na 200metrové trati volným způsobem zaostávala za ostatními v čase 2:46,08.

Dominanci ukázala v testech dynamické síly horních končetin, ve které za sebou nechala všechny ostatní testované. V testu barracudy dokázala dostat nad vodní hladinu 71,5 % svého těla (118 cm ze 165 cm), odpovídající výšce na úrovni prsou (známka nad 9,0 dle FINA, 2017). Na plaveckém ergometru neměla sice nejvyšší průměrný moment síly (150 Nm), avšak po přepočítání výkonu na kg tělesné hmotnosti dosáhla nejvyššího skóre – konkrétně 2,36 W/kg. Dvacet záběrů provedla v čase 25,1 s.

Síla dolních končetin se neprojevila jako tak silná stránka, jako tomu bylo u paží, avšak v testu výšlapu dosáhla druhého nejlepšího pokusu se 63,4 % své tělesné výšky se vzpaženými pažemi nad vodou, za který by si dle manuálu FINA (2017) vysloužila známku 8,5-9,0. V testu skoku z místa těsně nedosáhla nadprůměrného výsledku s doskočenými 183 cm.

Testy dýchacího systému také odhalily jednu z nejlepších kapacit v rámci testovaného souboru. V maximálním minutovém výdechu a statické apnoi dosáhla výsledku nejvyššího.

Vitální kapacita plic byla stanovena na 4,39 litru (124 % náležité hodnoty VC), jednosekundová vitální kapacita potom činila 4,33 l (146 % náležité hodnoty FEV1). V testu dynamické apnoe vydržela 50 m bez nádechu, v apnoi statické bez přípravy 1:18,1 – po uklidnění a rozdýchání dokázala tento výkon ještě téměř o minutu prodloužit na výsledný čas 2:14.

Její klidová srdeční frekvence 57 tepů/min se již řadí do tzv. sportovní bradykardie, která poukazuje na vytrvalostní adaptace kardiiovaskulárního systému, jejichž vysoká úroveň byla potvrzena i spiroergometrickým vyšetřením při testu do maxima. Maximální srdeční frekvence při testu čítala 194 tepů/min.

Dosažený respirační kvocient hodnoty 1,28 poukazuje na velkou odolnost vůči práci v anaerobním režimu a jeho zvýšenou kapacitu.  $VO_2\text{max}$  bylo poté stanoveno na 47 ml/kg/min, což u ženy věku 20 let odpovídá horní hranici dobrého výsledku, avšak vzhledem k nízkému věku subjektu se jedná o hodnotu výbornou, která při udržení intenzivního tréninku může ještě výrazně stoupat.

Jak už bylo řečeno, dívka 4 prokázala v rámci testování velký potenciál jak v oblasti síly, tak především v oblasti vytrvalostních kapacit ( $VO_2\text{max}$ , RQ, respirační kapacity). Důležité pro zvyšování výkonnosti bude správné zvládnutí náročnější techniky, získání větší jistoty a pevnosti pohybů, aby se brzy mohla rovnat se zkušenějšími a staršími závodnicemi v kategorii juniorek a seniorek.

### 5.1.5 Výkonnostní profil subjektu 5

Tabulka 7. Základní charakteristika subjektu 5

<b>Základní charakteristika</b>			
<b>věk</b>	20 let	<b>BMI</b>	20
<b>výška</b>	165 cm	<b>% tuku</b>	20,6
<b>hmotnost</b>	54,4 kg	<b>FFM</b>	43,2

**Vysvětlivky:** BMI – body mass index neboli index tělesné hmotnosti FFM – fat free mass neboli netučná hmota

Poslední výkonnostní profil patří druhé z našich nejzkušenějších závodnic, které se na reprezentační úrovni pohybují už 5 let a mají tedy za sebou velké množství mezinárodních sportovních akcí. U obou však poslední dobou dochází k poklesu výkonnosti, také proto byla dívka 5 trenéry hodnocena průměrnou známkou 3,5.

Nejlépe dopadla v kategorii techniky, kde získala druhé nejvyšší hodnocení těsně za dívkou 1, dále v kategorii pevnosti pohybů a celkového výkonu. Jako slabé stránky byla označena kategorie výšky šlapání, flexibility a kondice.

V obou plaveckých testech dosáhla v rámci skupiny třetího nejlepšího výsledku. Čas na 50 metrů volným způsobem se rovnal 33,1 s, na překonání 200 m volným

způsobem potřebovala čas 2:38,1. Dlouhodobě dosahuje v plaveckých testech i delších tratí spíše nadprůměrné výsledky.

V hodnocení síly jak horních, tak dolních končetin dosáhla v obou terénních testech nejnižšího výsledku. U testu barracudy vypíchl nad vodu 66,7 % svého těla (110 cm ze 165 cm), což by v soutěžním hodnocení odpovídalo známce 8,0-8,5 (FINA, 2017). Nejnižší výsledek měla i v průměrném momentu síly záběru v testu AN20 na plaveckém ergometru – a to 145 Nm. Dvacet záběrů však stihla vykonat za druhý nejrychlejší čas, což zvedlo hodnotu jejího výkonu po přepočtu na W/kg na hodnotu 2,22.

Při testu výšlapu dostala pomocí dynamické síly dolních končetin nad vodní hladinu 57,9 % své výšky se vzpaženými pažemi, což by v hodnotícím systému FINA (2017) vyneslo známku okolo 8,0. U skoku z místa doskočila na 195 cm, což je nadprůměrný výkon.

Kvalitní výsledky přineslo testování dýchacího systému. Vitální kapacita plic byla stanovena na 3,98 l (106 % náležité hodnoty VC), jednosekundová vitální kapacita hodnoty 3,95 l (120 % náležité hodnoty FEV1) se této kapacitě téměř vyrovnal. V terénním testu dynamické apnoe dokázala uplavat na nádech 50 m a po příliš nepovedeném prvním pokusu statické apnoe bez přípravy (0:45 s) se ve druhém pokusu (2 minuty uklidnění) dokázala zlepšit více než o minutu s výkonem trvajícím přesně dvě minuty.

Srdeční frekvence klidová měla hodnotu 65 tepů/min. SFmax během maximálního testu se poté rovnala 190 tepům.

Výsledek maximálního testu poukazuje na dobrou úroveň vytrvalostních adaptací. Její maximální spotřeba kyslíku se rovná 45 ml/kg/min, což odpovídá u ženy ve věku 20 let dobré úrovni. Respirační kvocient stejně jako u ostatních splnil podmínku dosažení maxima (1,16), maximální dosažený výkon se činil na 4,5 W/kg.

U dívky 5 dochází k určité stagnaci výkonnosti a ztrátě motivace. Největší slabinou odhalenou testováním byla nižší úroveň silových schopností, naopak schopnosti vytrvalostní jsou na poměrně dobré úrovni ( $VO_2\max$ , respirační kapacity). Vzhledem ke svým zkušenostem je už poměrně stabilní závodnicí, která těži především z již dokonale osvojené techniky.

## 5.2 Komparace výsledků vybraných testů

### 5.2.1 Test na plaveckém ergometru

Jak už bylo popsáno v metodice, subjekty měly za úkol provést 20 záběrů soupaž, co nejvyšší rychlostí a silou. Do průměrů byl zaznamenán vždy lepší ze dvou pokusů.

Tabulka 8. Výsledky testu AN20 u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)

	<b>M</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>SD</b>
<b>sum Nm</b>	3214,8	2892	3580	260,8
<b>M Nm</b>	161	145	179	12,85
<b>čas (s)</b>	24,8	23,4	27	1,23
<b>M čas/záběr</b>	1,24	1,17	1,35	0,06
<b>M watt</b>	129,8	119	153	12,17
<b>M watt/kg</b>	2,27	2,19	2,36	0,06

**Vysvětlivky:** **M** – aritmetický průměr, **SD** – směrodatná odchylka, **sum Nm** – součet momentů síly na 20 záběrů v Newton metrech, **M Nm** – průměrný moment síly na záběr, **M čas/záběr** – průměrná doba trvání jednoho záběru, **M watt** – průměrný výkon na jeden záběr, **M watt/kg** – průměrný výkon na jeden záběr děleno hmotností subjektu.

V tabulce 8. můžeme vidět, že rozdíly mezi minimálními a maximálními výkony v rámci souboru byly poměrně malé, např. ve srovnání s tabulkou 1 (viz kapitola metodiky), ve které mezi výkony mužů vidíme značné rozdíly (např. sum Nm Min – 4947, sum Nm Max – 8663), stejně tak směrodatné odchylky vykazují v tabulce 8 výrazně nižší hodnoty. Tento fakt vypovídá o kompaktnosti souboru a podobné výkonnosti testovaných děvčat.

Výkon jako takový je samozřejmě ve srovnání s muži (navíc starší věkové kategorie) nižší. Rozdíl v průměrném výkonu a v momentech síly je asi 40 %, avšak výkon v přepočtu na kg hmotnosti je u děvčat nižší jen asi o 23 %. Průměrný čas, který děvčata potřebovala na vykonání 20 záběrů, je ve srovnání s testovaným souborem mužů dokonce o 3 desetiny kratší. Nejrychlejší času dosáhla dívka 2, která stihla provést 20 záběrů za celkový čas 23,4 sekundy.

Pro další srovnání výkonu subjektů je využita studie Matúše a Labudové (2010), kteří testovali 10 synchronizovaných plavkyň ve věku 16-20 obdobným testem na plaveckém ergometru (děvčata vykonávala 10 maximálních záběrů soupaž).

Parametrem pozorovaným u obou testování byl průměrný výkon ve wattech, jehož hodnota ve skupině Matúše a Labudové (2010) dosahovala na 111,6 W, nejvyšší průměrná hodnota v souboru činila 137 W. Dle tabulky 8 dosahovala děvčata z výzkumného souboru této diplomové práce průměrného výkonu 129,8 W, tedy výkonu o cca 14 % vyššího. Nejvyšší průměrné hodnoty v souboru dosáhla dívka 2 (153 W). Tato hodnota nebyla nejvyšší hodnotou po přepočtu na kg hmotnosti (nejvyšší hodnota 2,36 W – dívka 4, dívka 2 měla po přepočtu druhou nejvyšší hodnotu – 2,3 W), avšak ve studii Matúše a Labudové přepočet na kg hmotnosti není uveden.

### 5.2.2 Spirometrie

Tabulka 9. Výsledky spirometrie u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)

	<b>M</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>VC (l)</b>	4,33	3,98	4,61
<b>VC %</b>	119,6	106	139
<b>FEV1 (l)</b>	3,91	3,58	4,33
<b>FEV1 %</b>	125,8	105	146

**Vysvětlivky:** VC – vitální kapacita plic v litrech, VC % - náležitá hodnota vitální kapacity plic v procentech, FEV1 – jednosekundová vitální kapacita v litrech, FEV1 % - náležitá úroveň jednosekundové vitální kapacity v procentech.

Spirometrické vyšetření poukázalo na pravděpodobně nejvýraznější úroveň adaptace na specifickou zátěž. U netrénovaných žen se vitální kapacita plic pohybuje okolo 3 litrů, jednosekundová vitální kapacita (FEV1) by se měla u zdravých jedinců pohybovat v rozmezí 70-90 % vitální kapacity plic (Mourek, 2012). Ve výzkumném souboru se FEV1 průměrně pohyboval v 90,3 % vitální kapacity plic.

Jak můžeme vidět v tabulce, všechny subjekty se pohybovaly nad 100 % úrovní náležitých hodnot VC i FEV1 danou jejich pohlavím, věkem a tělesnými rozměry. Nejvyšší hodnotu vitální kapacity plic vykazala dívka 3 (4,61 l = 139 %), nejvyšší hodnotu jednosekundové vitální kapacity potom dívka 4 (4,33 l = 146 %).

### 5.2.3 Spiroergometrie

Pro hodnocení aerobní kapacity byl zvolen spiroergometrický test na běhátku. Tento test byl upřednostněn před bicyklovým ergometrem z důvodu většího zapojení



celého těla (větší podobnost s pohybem ve vodě), přesto však byla technika běhu u některých subjektů základním limitem v dosažení lepšího výsledku.

Tři z děvčat se pohybovaly dle tabulky v sekci průměrného VO<sub>2</sub>max, zbylé dvě dívky v rozhraní hodnoceném jako dobré VO<sub>2</sub>max. Nejlepšího výsledku dosáhla dívka číslo 4, jejíž výsledek čítal 47 ml/kg/min. Tento výsledek je o to hodnotnější s ohledem na nízký věk testované (16 let). Tato dívka také prokázala největší odolnost vůči práci v anaerobním režimu, jelikož její respirační kvocient během testu vystoupal na 1,28.

Tabulka 10. Úroveň VO<sub>2</sub>max v závislosti na věku u žen (Opočenský, 2014)

Věk	Nízký	Ucházející	Průměrný	Dobrá	Vysoký	Velmi vysoký	Elitní
<b>20-29</b>	<28	29-34	35-43	44-48	49-53	54-59	60+
<b>30-39</b>	<27	28-33	34-41	42-47	48-52	53-58	59+
<b>40-49</b>	<25	26-31	32-40	41-45	46-50	51-56	57+
<b>50-65</b>	<21	22-28	29-36	37-41	42-45	46-49	50+
<b>66+</b>	<18	19-24	25-32	33-37	38-41	42-46	47+

Průměrný respirační kvocient všech testovaných byl potom 1,17. Všechna děvčata přesáhla hodnotu RQ 1,1, což je jednou z podmínek splnění dosažení maxima.

Maximální srdeční frekvence byla u výzkumného souboru průměrně stanovena na 192,4 tepů/min. Nejvyšší hodnoty potom dosáhla dívka 3, jejíž tepová frekvence vystoupala na 199 tepů/min.

Posledním sledovaným parametrem byl v rámci maximálního testu výkon. Nejvyšších hodnot dosáhly dívky 1 a 3. Jejich maximální naměřený výkon vystoupal na 4,9 W/kg. Obě tyto dívky vydržely na běžeckém ergometru nejdéle – a to konkrétně 8:33 a 8:43, tudíž se ve stupňovaném testu dostaly na nejvyšší rychlost pásu (13 km/h) a pětistupňový sklon pásu. Průměrný celkový čas testu všech subjektů se rovnal 7 min 45 s.

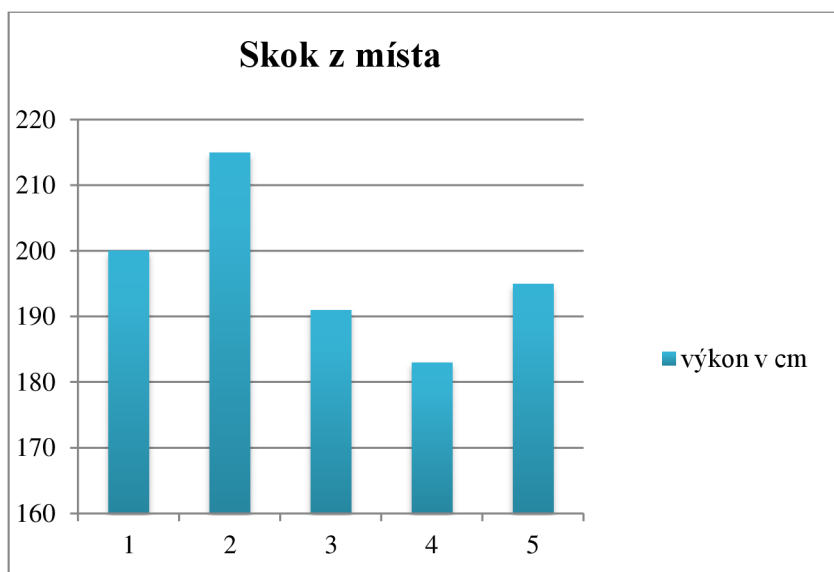
#### 5.2.4 Srovnání testů pro sílu dolních končetin

Pro hodnocení dynamické síly dolních končetin byl vybrán jeden laboratorní a jeden terénní test.

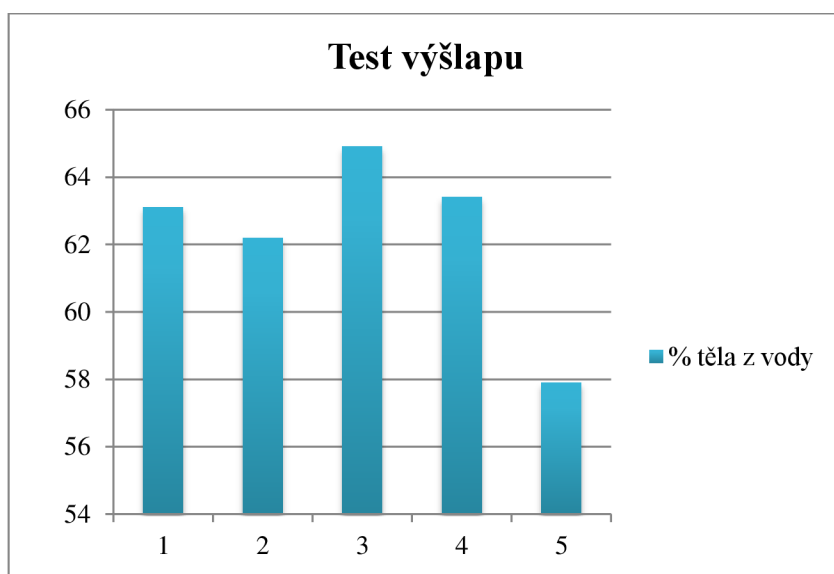
Laboratorním testem byl skok do dálky z místa, ve kterém čtyři z pěti subjektů dosáhly nadprůměrného výsledku. Nejdlejší pokus zaznamenala dívka 2, a to 215 cm,

nejkratší pokus, mírně pod hranicí nadprůměrného výsledku, potom dívka 4 (183 cm). Průměrný výsledek všem testovaným činil 196,8 cm.

Jako test terénní byl zvolen specifický test výšlapu, jehož metodika byla převzata ze studie Perice, Zenice, Mandice, Sekulice a Sajbera (2012), která vykazovala poměrně vysokou reliabilitu. Vysoká úroveň reliability byla potvrzena i v rámci testování pro tuto diplomovou práci, jelikož všechny provedené pokusy se pohybovaly v rozmezí 5 % odchylky od úrovně výkonu.



Graf 1. Výsledky skoku z místa u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)



Graf 2. Výsledky testu výšlapu u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)

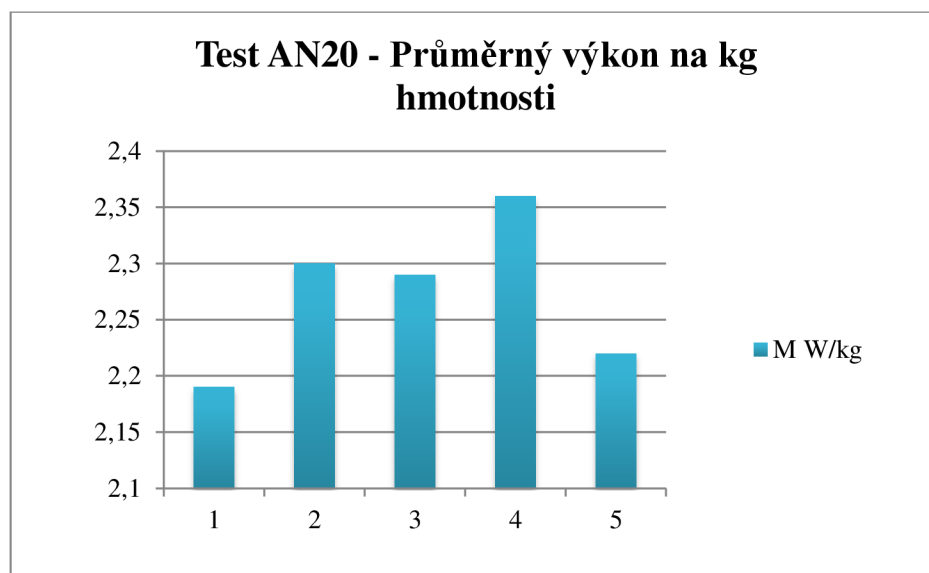
Autoři také uvádějí vysokou míru korelace mezi skokem a výšlapem, která se v rámci tohoto souboru neukázala – např. dívka 3, která měla nejlepší výkon u výšlapu – dokázala dostat nad hladinu 64 % svého těla, vykazuje u skoku z místa druhý nejhorší výsledek (191 cm). Naopak dívka 2 s nejlepším výkonem u skoku z místa (215 cm) dosáhla druhého nejhoršího výsledku u testu výšlapu (62,2 % těla z vody).

### 5.2.5 Srovnání testů pro sílu horních končetin

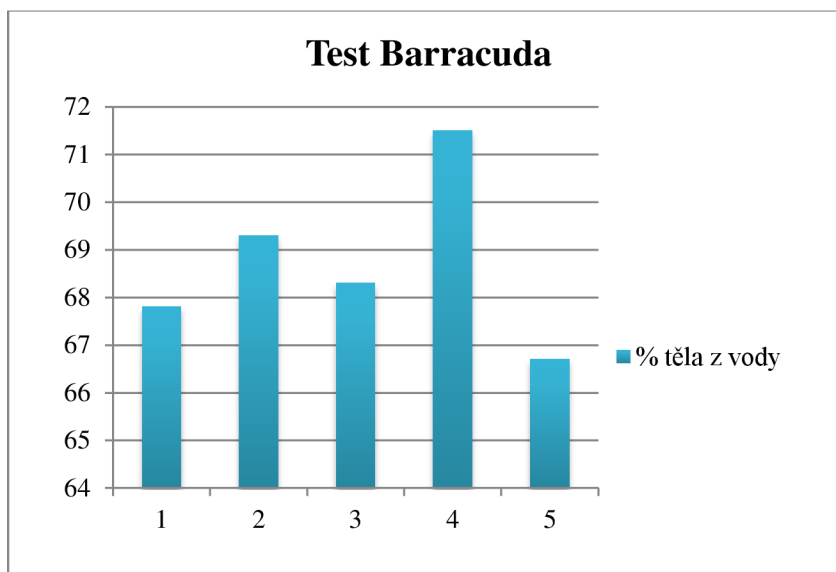
Dynamická síla horních končetin byla hodnocena také pomocí jednoho laboratorního a jednoho terénního testu.

Laboratorním testem byl test AN20 na plaveckém ergometru, který postupoval dle metodiky Pekárka (2021) a Matúše a Labudové (2010). Parametrem, který byl použit do grafu 3, je průměrný výkon na kg hmotnosti, k vytvoření co nejobjektivnějšího porovnání. Soupažný záběr byl zvolen z důvodu podobnosti průběhu pohybu s pohybem prováděným při vertikálním výpichu (barracudě).

Právě tento vertikální výpich byl zvolen specifickým terénním testem použitým v rámci testového systému, opět dle metodiky Perice, Zenice, Mandice, Sekulice, a Sajbera (2012). Studie z roku 2012 však neuvádí laboratorní test, který by mohl vykazovat korelaci s tímto dynamickým prvkem.



Graf 3. Výsledky testu AN20 – průměrný výkon ve W/kg u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)



Graf 4. Výsledky testu barracudy u souboru synchronizovaných plavkyň (n = 5)

Výsledky pěti poměrně vyrovnaných olomouckých synchronizovaných plavkyň poukazují na možnou korelaci mezi těmito dvěma testy. Nejlepší výkon v obou testech zaznamenala dívka 4. Její průměrný výkon na kg hmotnosti se rovnal 2,36 W/kg. Při barracudě poté dokázala vyšvihnout nad hladinu celých 71,5 % svého těla. Taktéž druhý a třetí nejlepší výkon zaznamenaly v obou případech stejné dívky (2 a 3).

### 5.2.6 Sledování srdeční frekvence během sestavy

Jak již bylo uvedeno v metodické části, sledování fyziologické odpovědi na závodní sestavu nebylo možno plně využít z důvodu výjimečné globální situace. Děvčatům byla proto změřena SF několikrát, během tréninku ještě nekompletních sestav.

Vzhledem k uplatnění tzv. „diving reflexu“ je srdeční frekvence v chladné vodě vždy nižší. Dalším faktem jsou velké změny v tepové frekvenci v rámci sestavy, z důvodu střídání fází v apnoe s fázemi, kdy se hlava nachází nad vodní hladinou. Ve fázích bez přístupu kyslíku se SF znatelně snižuje, avšak po vynoření se tělo co nejrychleji snaží doplnit kyslíkový dluh, proto se SF naopak výrazně zvyšuje.

Naměřená průměrná SF je velmi ovlivněná sníženou náročností sestav a nemožnost použití jejich závodní formy, která je vždy pro závodnice velmi náročná a sestavená na hranu jejich možností.

Průměrná SF se v tomto případě pohybovala na 125 tepech za minutu, maximální okolo 150 tepů za minutu. Minimální srdeční frekvence byla kromě počátku výkonu vždy naměřena během fáze v apnoi, a činila průměrných 102 tepů.

## 6 DISKUZE

Existující fyziologický výzkum, zaměřující se na synchronizované plavání, je velmi omezený. Bylo nalezeno cca 20 studií, publikovaných v rozmezí dvaceti let – konkrétně od roku 1999 po rok 2019. Základním limitem studií o tomto sportu je proto metodika, která není žádným způsobem normovaná či standardizovaná.

Více než polovina těchto studií se zabývala fyziologickou odpovědí na závodní formu sestavy (druh sestavy se lišil, stejně jako metody a sledované faktory).

Základními sledovanými faktory byla tepová frekvence a krevní laktát. Všechny studie sledovaly tyto faktory v rámci provedení sestavy buď v tréninkových, či závodních podmínkách. Sledování odezvy na sestavu bylo v rámci této práce využito pouze okrajově, jelikož se z důvodu pandemie COVID19 velmi dlouhou dobu nekonaly žádné závody, proto v době testování nebyla žádná sestava plně připravena v závodní podobě. Dalším problémem bylo to, že všech 5 děvčat společně v době uzavření bazénů žádnou sestavu neplavalo, jelikož na týmovou, či kombinovanou sestavu jim chyběl zbytek olomouckého družstva, kterého se výjimka netýkala (zbytek děvčat není zařazen v reprezentačním výběru). Tento limit souvisí i s velmi omezeným počtem subjektů ve výzkumném souboru, který však bohužel právě z důvodu globální situace nešel žádným způsobem ovlivnit.

Laboratorní testy v nalezených studiích nebyly využity. Ponciano et al. (2018) uvádějí, že nesespecifické laboratorní testy nebudou korelovat s výsledky zjištěnými při zátěži ve vodním prostředí.

Chatard, Mujika, Chantegraille a Kostucha (1999) použili jako kontrolní výkonnostní test 400 m volným způsobem, který podle jejich výsledků koreloval s  $VO_2$ peak zjištěnou během závodní sestavy. Metabolická odezva na sestavu byla podobná či vyšší než u plaveckého testu. Pro účely této práce byl použit kontrolní test 200 m volným způsobem, z důvodu větší podobnosti času trvání sestavy (2:30-3:30) a času potřebného pro překonání dvousetmetrové vzdálenosti (okolo 2 minut a 30 sekund).

Tato práce byla také jedinou studií zabývající se technickou stránkou výkonu a zároveň jedinou prací zařazujícím tréninkovou intervenci (technického zaměření) a její dopad na kondiční faktory. Vyvážení technické a kondiční přípravy je jedním z nejtěžších úkolů trenéra během plánování tréninkových cyklů, jelikož jak i uvedená

studie potvrzuje, přílišné soustředění na specifické pohybové dovednosti a jejich provedení nerozvíjí kondiční předpoklady, jejichž kapacity stagnují či klesají.

Naopak nedostatečné zařazení technické přípravy víceméně znemožňuje podání kvalitního výkonu v soutěžních podmínkách. Technická složka do této práce nebyla zařazena z důvodu zaměření právě na fyziologické, měřitelné parametry, které mají určitou vypovídající hodnotu v souvislosti s výkonem.

Pro synchronizované plavání byly nalezeny pouze dva specifické testy, konkrétně testy zaměřující se na sílu a rychlost horních a dolních končetin. Těmito testy byl test barracudy a výšlapu (Peric, Zenic, Mandic, Sekulic, & Sajber, 2012). Metodika studie byla převzata pro provedení obou testů i v této práci.

Dalším často zkoumaným faktem byl čas trávený v apnoi, při kterém je zároveň prováděná náročná fyzická práce. Čas strávený pod vodou se rovná asi polovině času sestavy. Studie Alentejana, Bella a Marshalla (2012) zkoumala fyziologickou odpověď na dynamickou apnoi pomocí testu na podvodním přístroji, na kterém byla prováděna práce horních končetin s předem stanoveným zatížením. Výzkumný soubor obsahoval jak trénované synchronizované plavkyně, tak kontrolní soubor netrénovaných žen.

Jejich základním výsledkem byl fakt, že synchronizované plavkyně vykazují specifické adaptace na práci v apnoi, avšak hlubší zkoumání těchto adaptací není v práci zahrnuto. Odezva organismu na práci v apnoi je tak stále jedním z neprobádaných témat v rámci výzkumu, zabývajícího se synchronizovaným plaváním.

## 7 ZÁVĚRY

Byl vytvořen volně sdružený systém laboratorních a terénních testů, pomocí kterých byl popsán výkonnostní profil každého z testovaných subjektů.

Jako podstatné fyziologické komponenty sportovního výkonu v synchronizovaném plavání byly označeny následující: dynamická síla horních končetin, dynamická síla dolních končetin a kapacity dýchacího a kardiovaskulárního systému. Bylo provedeno celkem 12 testů (5 laboratorních, 7 terénních), které postihovaly právě tyto komponenty. Jedním z laboratorních testů bylo také zjištění složení těla subjektů, jelikož v estetických sportech je tento faktor také jedním z velmi důležitých, který ovlivňuje vždy mírně subjektivní hodnocení rozhodčích.

Součástí výkonnostního profilu každé závodnice byly výsledky všech motorických testů a také hodnocení dané závodnice trenéry.

- Dívka 1 získala nejlepší trenérské hodnocení, avšak v rámci testování svoji dominanci v rámci souboru nepotvrdila. Ve všech testech však předvedla kvalitní výsledky, jejichž součet, společně s velmi dobrou technikou, tvoří velmi dobrou úroveň sportovních výkonů, které ukazuje v tréninku a soutěžích. Její tělesné rozměry byly označeny jako prototyp pro sportovkyni věnující se synchronizovanému plavání.
- Dívka 2, jedna z nejzkušenějších závodnic v souboru, prokázala, že její silnou stránkou jsou především silové schopnosti jak horních, tak dolních končetin. Slabší stránkou je naopak vytrvalost a aerobní kapacity organismu změřené např. maximálním testem spiroergometrie.
- Dívka 3 získala druhé nejlepší trenérské hodnocení (přestože je druhou nejmladší v souboru) a velmi dobré výkony předvedla v terénním testování ve vodě (ovládla 4 ze 7 testů). Vysokou úroveň adaptací prokázal také test spirometrie, který stanovil např. její vitální kapacitu plic na 4,63 l. Slabšího výsledku potom dosáhla v maximálním zátěžovém testu.
- Dívka 4, nejmladší ze souboru, předvedla v rámci testování velký potenciál. Vzhledem k jejímu věku je jejím největším limitem úroveň techniky, avšak jak silový, tak vytrvalostní fyziologický základ je velmi kvalitní. Nejlepšího výsledku dosáhla v obou testech zjišťujících dynamickou sílu horních končetin a její  $VO_2\max$  bylo stanoveno na 47,1 ml/kg/m (věk 16 let). Respirační kvocient u maximálního testu vystoupal až na 1,28. I klidová bradykardie (57 tepů/minutu) a plicní kapacity



poukázaly na vysokou úroveň vytrvalostních adaptací. Další výhodou dívky 4 je také její tělesná stavba, opět ideální pro tento sport.

- Dívka 5, která je další z velmi zkušených závodnic, se v rámci testování ukázala být opakem dívky 2. Její silnou stránkou jsou spíše vytrvalostní kapacity ( $VO_2\max$  stanoveno na 45 ml/kg/m), horších výsledků naopak dosáhla v silových testech. Její dobré výkony jsou podmíněny také velmi dobrou úrovní techniky.

Po vytvoření výkonnostních profilů bylo srovnáním jednotlivých výsledků mezi sebou, či s výsledky jiných studií zjištěno že:

- Nejjasněji poukázaly na specifické adaptace důležité pro tento sport výsledky spirometrie. Průměrná vitální kapacita plic souboru byla stanovena na 4,33 l (průměrná VC u žen je spíše okolo 3 litrů). Všechny hodnoty u všech děvčat se také pohybovaly nad 100 % vzhledem k jejich tělesným rozměrům.
- Výsledky testu na plaveckém ergometru byly srovnány s obdobným testem provedeným na slovenských synchronizovaných plavkyních stejné věkové kategorie. Průměrný výkon ve watech dosažený slovenskými akvabelami byl o 14 % nižší, než v rámci testování pro tuto studii (111,6 W versus 129,8 W).
- Dále byly srovnány laboratorní a terénní testy pro dynamickou sílu horních a dolních končetin. V testu skoku z místa téměř všechna děvčata předvedla nadprůměrný výsledek, v testu výšlapu dostaly všechny testované z vody přes 60 % svého těla. Výsledky testů síly horních končetin naznačují určitý potenciál pro korelaci, jelikož první 3 místa v obou testech patřily stejným dívkám (4, 2, 3).

## 8 SOUHRN

Synchronizované plavání je sportem, jehož výsledný výkon je ovlivněn velkým množstvím fyziologických, somatických, kondičních a technických předpokladů a faktorů. Tréninkový proces musí tedy postihovat všechny tyto složky ve správně vyváženém množství, aby došlo ke kulminaci výkonnosti na důležité sportovní události.

Aby však mohl trenér tento proces správně řídit a plánovat, potřebuje své svěřence co nejlépe znát, proto by měla být nedílnou součástí tohoto procesu také diagnostika.

Teoretická část popisuje synchronizované plavání a somatické předpoklady důležité pro plavecké sporty. Dále se potom zabývá fyziologií sportovního výkonu se zaměřením na specifika výkonu v synchronizovaném plavání. Poslední část teorie je soustředěna na diagnostiku ve sportu, motorické testování a jeho pravidla a příklady motorických testů vhodných právě v plaveckých sportech.

Hlavním cílem této práce bylo poté vytvořit výkonnostní profil pěti reprezentantek v synchronizovaném plavání, pomocí laboratorních a terénních motorických testů volně sdružených do testového systému. Bylo použito 5 laboratorních a 7 terénních testů, doplněných hodnocením trenérek (blíže popsány v metodice. Výzkumný soubor tvořilo 5 reprezentantek v synchronizovaném plavání ve věku 16-20 let.

Výsledková část je tvořena pěti výkonnostními profily, které byly vytvořeny na základě výsledků testování s přidaným hodnocením trenérů. Byly hodnoceny jak silové (dynamická síla horních i dolních končetin), tak vytrvalostní parametry (výkonnost transportního systému), dále byly sledovány i tělesné rozměry a složení těla, jelikož i tento faktor hraje svoji roli, především v estetických sportech. U každé dívky byly popsány její silnější i slabší stránky jak v rámci testování, tak v rámci celkového výkonu hodnoceného trenéry. U dvou nejzkušenějších závodnic (2 a 5) výsledky poukázaly na opačné silné stránky a opačné nedostatky. Zatímco dívka 2 měla velmi dobré silové výsledky a ve vytrvalostních spíše ztrácela, dívka 5 to měla přesně naopak. Dvě nejmladší testované naopak předvedly značný potenciál. Dívka 3, která vynikala především v testech ve vodě (ovládla 4 ze 7 hodnocených testů) a především nejmladší dívka 4, která ukázala výborné výkony jak ve vodě, tak v laboratorních testech a její silové i vytrvalostní schopnosti, předpovídají do budoucna vysokou úroveň sportovních výkonů (samozřejmě za předpokladu udržení tvrdého tréninku). Dívka 1, která byla

suverénně nejlépe hodnocená trenéry, sice svou dominanci v testech příliš nepotvrdila, avšak předvedla stabilně kvalitní výkony, které ve spojení s dobrou úrovní techniky a ideálními tělesnými rozměry podmiňují její velmi dobrý celkový projev.

Druhá část výsledků, která se věnovala porovnávání subjektů mezi sebou a také porovnání s jinými studii, ukázala jako nejvíce viditelnou adaptaci zvýšenou kapacitu dýchacího systému. Dále byly porovnány laboratorní a terénní testy síly dolních a horních končetin. Testy horních končetin (test AN20 na plaveckém ergometru a barracuda) vykazují u tohoto souboru určitý potenciál, jelikož první tři místa patřila u obou testů stejným dívkám.

## **9 SUMMARY**

Synchronized swimming is a sport with a really complex performance influenced by great number of physiological, somatic, fitness and technical preconditions and factors. The training process must therefore contain all these components, which also has to be well balanced in order to get the best results and best level of performance for important sport events. But the coaches need to know each individual in their team in order to manage and plan the process successfully – so they need the sport diagnostics.

Theoretical part describes synchronized swimming as a sport and somatic preconditions important in all swimming sports. Further the physiology of sport performance with focus on the specification of the synchronized swimming's performance was explained. The last part of the theory is focused on sport diagnosis, motoric testing and its rules and examples of motoric tests suitable for swimming sports.

The main goal of the thesis was to create specific performance profiles for five synchronized swimmers, who are part of the Czech national team, with the help of laboratory and field testing. Five laboratory and seven field tests, supplemented with the evaluation from the coaches, were used (closely explained in the methodology). Research file contained of 5 synchronized swimmers aged 16-20 years old.

The results part consists of five performance profiles, created on the base of the results gained from motor testing and evaluation from coaches. The dynamic strength of upper and lower limbs and stamina parameters (capacities of respiratory and cardiovascular system) were evaluated. Further the somatic parameters were observed, because especially in aesthetic sports, it is a factor in performance, and also in the evaluation of the judges. In each girl's profile individual strengths and weaknesses (found during testing and in overall performance judged by the coaches) were commented on. The results of two of the most experienced competitors (2 and 5) showed opposite strengths and weaknesses. While the girl 2 had really good strength and power results and in the tests focused on stamina she did not show such a high quality, the girl's 5 results state the opposite. The two youngest subjects from the group demonstrated their great potential during the testing. The second youngest girl 3, excelled in the field tests (had the best result in 4 of 7 categories). The youngest girl 4 showed great performances in both field and laboratory testing and her strength, power

and stamina abilities predicts high level of sport performances in the future (with the assumption, that her training will continue). The girl 1, who gained the highest ratings from the trainers, did not confirm her dominance during testing, but she executed stable performances, which in combination with great technique and ideal body composition and somatic parameters determine her very good overall performance.

The second part of the results focused on comparison between the subjects within the research file and also with other published studies. The most significant adaptation was seen on respiratory capacities. Then the correlation between laboratory and field tests for dynamic strength were evaluated. In tests for lower limbs (jump and boost test) no correlation was found, but the tests for upper limbs (test AN20 on swimming ergometer and barracuda) showed some potential, because first three places in both tests belonged to the same girls.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alentejano, T. C., Bell, G. J., & Marshall, D. (2012). A comparison of the physiological responses to underwater arm cranking and breath holding between synchronized swimmers and breath holding untrained women. *Journal of Human Kinetics*, 32, 147–156.
- Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A., & Pyne, D. B. (2006). Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, 6(3), 145–154
- Bante, S., Bogdanis, G., Chairopoulou, C., & Maridaki, M. (2007). Cardiorespiratory and metabolic responses to a simulated synchronized swimming routine in senior (>18 years) and comen (13-15 years) national level athletes. *Journal Of Sports Medicine & Physical Fitness*, 47(3), 291-299.
- Bartlet, R. (2007). *Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns* (2nd ed.). New York: Taylor & Francis e-Library.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J., (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory (vybrané kapitoly, část I.)*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Cibulka, O., & Vostárková, K. (2014). *Pravidla synchronizovaného plavání*. Praha: Český svaz plaveckých sportů.
- Costa, M. J., Balasekaran G., Vilas-Boas J. P., & Barbosa T. M. (2015). Physiological adaptations to training in competitive swimming: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 179–194.
- Costa M. J., Bragada J. A., Marinho D. A., Lopes V. P., Silva A. J., & Barbosa T. M. (2013). Longitudinal study in male swimmers: A hierachical modeling of energetics and biomechanical contributions for performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(4), 614–622.
- Counil, L. (2015). Field dependence and orientation of upside-down posture in water. *Perceptual & Motor Skills*, 120(1), 15–24.

- Čechovská I., & Miler, T. (2008). *Plavání* (2nd ed.). Praha: Grada.
- Dalamitros A., Manou V., & Pelarigo, J. G. (2014). Laboratory-based tests for swimmers: Methodology, reliability, considerations and relationship with front-crawl performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 9(1), 172–187.
- Dodigović, L., & Sindik, J. (2015). Comparison of selected health and morphological parameters between classic swimming and synchronized swimming. *Sport Scientific & Practical Aspects*, 12(2), 5–9.
- Ejem, M., Čelíkovský S., Blahuš, P., Hošek, V., Semiginovský B., Otáhal, S., Novosad, J., & Jeřábek, J. (1988). *Vybrané otázky využití motorických testů ve vrcholovém sportu*. Praha: Ústřední výbor Československého svazu tělesné výchovy.
- Elia, A., Barlow, M. J., Deighton, K., Wilson, O. J., & O'Hara, John P. (2019). Erythropoietic responses to a series of repeated maximal dynamic and static apnoeas in elite and non-breath-hold divers. *European Journal of Applied Physiology*, 119(11–12), 2557.
- Faltusová, H., & Klečková, J. (1972). *Základy uměleckého plavání*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- FINA (2018). *FINA Artistic swimming manual for judges and coaches & referees*. Retrieved 20. 05. 2021 from the World Wide Web: [https://resources.fina.org/fina/document/2021/02/03/4d9cd6d0-5146-44ae-bf94-4ac757eaf34b/fina\\_as\\_manual\\_-\\_updated\\_august\\_2018\\_0.pdf](https://resources.fina.org/fina/document/2021/02/03/4d9cd6d0-5146-44ae-bf94-4ac757eaf34b/fina_as_manual_-_updated_august_2018_0.pdf).
- FINA (2017). *FINA Artistic Swimming Rules*. Retrieved 25. 02. 2021 from the World Wide Web: [https://www.fina.org/sites/default/files/2017-2021\\_as\\_rules\\_-\\_16032018\\_full.pdf](https://www.fina.org/sites/default/files/2017-2021_as_rules_-_16032018_full.pdf).
- FINA (2017). *Mixed duets*. Retrieved 25. 02. 2021 from the World Wide Web: <https://www.fina-budapest2017.com/en/news/393/mixed-duets>.
- Giehl, J., & Hahn, M. (2000). *Plavání*. České Budějovice: KOPP.
- Gore, C. J. (2000). *Physiological tests for elite athletes*. Champaign: Human Kinetics.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Hájek, J. (2001). *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

- Havličková, L., Bartůňková, S., Brandejský P., Hájková, M., Havličková, L., Heller, J., Matolín, S., Melichna, J., Nohejl, J., Vránová, J., & Zelenka, V. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Hofer, Z., Felgrová, I., Jasan, L., & Smolík, P., (2016). *Technika plaveckých způsobů*. Praha: Univerzita Karlova.
- Hrbáčová, T. (2011). *Sportovní příprava českých reprezentantek synchronizovaného plavání v sezóně 2009/2010*. Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno.
- Chatard, J. C., Mujika, I., Chantegraille, M. C., & Kostucha, J. (1999). Performance and physiological responses to a 5-week synchronized swimming technical training programme in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(6), 479.
- Cho, N. M. Y., Giorgi, H. P., Liu, K. P. Y., Bae, Y.-H., Chung, L. M. Y., Kaewkaen, K., & Fong, S. S. M. (2017). Proprioception and flexibility profiles of elite synchronized swimmers. *Perceptual and Motor Skills*, 124(6), 1151–1163
- Kovařovic, K., Felgrová, I., & Peslová, E. (2009). *Plavání. Plavecké sporty a plavání ve vícebojích*. Praha: Karolinum.
- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., Háp, P., Bělka, J., & Neuls, F. (2014). *Kondiční trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lintu, N., Tompuri, T., Viitasalo, A., Soininen, S., Laitinen, T., Savonen, K., Lindi, V., & Lakka, T. A. (2014). Cardiovascular fitness and haemodynamic responses to maximal cycle ergometer exercise test in children 6–8 years of age. *Journal of Sports Sciences*, 32(7), 652–659.
- Lukáčová, V. (2018). *Chronografická analýza tréninkových jednotek v synchronizovaném plavání u mladších zákyň*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Lundy, B. (2011). Nutrition for synchronized swimming: A review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21, 436–445.



- Máček, M., Radvanský, J., Brůnová, B., Daňová, K., Fajstavr, J., Kolář, P., Kraus, J., Krejčí, P., Kučera, M., Máčková, J., Rotman, I., Slabý, K., Šafařová M., & Zeman, V. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Mandic, G. F., Peric, M., Krzelj, L., Stankovic, S., & Zenic, N. (2013). Sports nutrition and doping factors in synchronized swimming: parallel analysis among athletes and coaches. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(4), 753–760.
- Matuš, I., & Labudová, J. (2010). Analýza úrovně silových schopností synchronizovaných plavkyň. *Studia Sportiva*, 4(1), 43–52.
- Měkota K., et al., Chytráčková, J. (editor), (2002). *Unifittest (6-60) Příručka pro manuální a počítačové hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice*. Praha: Univerzita Karlova, , Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Motyčka, J. et al. (2001). *Teorie plaveckých sportů*. Brno: Masarykova univerzita.
- Mountjoy, M. (2009). Injuries and medical issues in synchronized olympic sports. *Current Sports Medicine Reports (American College Of Sports Medicine)*, 8(5), 255-261.
- Mourek, J. (2012). *Fyziologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing.
- Neuls, F., Svozil, Z., Viktorjenik, D., & Dub, J. (2013). *Plavání: (Příručka pro studující tělovýchovné obory)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Neuls, F., Viktorjenik, D., Dub, J., Kunicki, M., & Svozil, Z., (2018). *Plavání (teorie, didaktika, trénink)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Neuman, J. (2003). *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. Praha: Portál.
- Novomeský, F. (2013). *Potápěčská medicína*. Martin: Osveta.
- Olstad, B. H., Bjørlykke, V., & Olstad, D. S. (2019). Maximal heart rate for swimmers. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(11).
- Opočenský, M. (2014). *Proč je dobré znát svůj VO<sub>2</sub>max?*. Retrieved 20. 05. 2021 from the World Wide Web: <http://www.medopsport.cz/news/proc-je-dobre-znat-svuj-vo2max/>.

- Pekárek, Š. (2021). *Využití plaveckého ergometru pro zátěžové testování*. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Peric, M., Zenic, N., Mandic, G. F., Sekulic, D., & Sajber, D. (2012). The reliability, validity and applicability of two sport-specific power tests in synchronized swimming. *Journal of Human Kinetics*, 32, 135–145.
- Polar (2011). *Polar RCX5: user manual*. Kempele: Polar Electro Oy.
- Polívková, M. (2001). *Antropometrické charakteristiky a motorické předpoklady u závodnic synchronizovaného plavání*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Ponciano, K., Miranda, M. L. de J., Homma, M., Miranda, J. M. Q., Figueira Júnior, A. J., Meira Júnior, C. D. M., & Bocalini, D. S. (2018). Physiological responses during the practice of synchronized swimming: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(2), 163–175.
- Pyne, D. B., & Sharp, R. L. (2014). Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 24(4), 351–359.
- Robertson, S., Benardot, D., & Mountjoy, M. (2014). Nutritional recommendations for synchronized swimming. *International Journal Of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 24(4), 404-413.
- Rosina J., Vránová, J., Kolářová, H., & Staněk, J. (2013). *Biofyzika: pro zdravotnické a medicínské obory*. Praha: Grada.
- Solana-Tramunt, M., Morales, J., Buscà, B., Carbonell, M., & Rodríguez-Zamora, L. (2019). Heart-rate variability in elite synchronized swimmers. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 14(4), 464–471.
- Stager, J.M., & Tanner, D. (2005). *Swimming. Handbook of sports medicine and science* (2nd ed.). Bloomington: Blackwell Science.
- Stanković, S., Milanović, S., Marković Ž. (2015). Use of basic synchronized swimming techniques in non-swimmers trainings. *Activities in Physical Education and Sport*, 5(1), 82-85.

Struhár, I., Novotný, J., Bernaciková, M., Kapounková, K., Pospíchal, V., & Tomášková, I. (2019) *Zátěžová diagnostika v tělovýchovné a sportovní praxi*. Brno: Masarykova univerzita.

Šimonek, J. (2015). *Testy pohybových schopností*. Nitra: Pandan.

TANITA (2010). *Body Composition Analyzer MC-980MA: Instruction Manual*. Amsterdam: TANITA Europe B.V.

TIBCO (2018). *TIBCO Statistica™ Statistica - R integration: features and options*.

Retrieved 20. 05. 2021 from the World Wide Web:

[https://docs.tibco.com/pub/stat/13.4.0/doc/pdf/TIB\\_stat\\_13.4\\_R\\_Integration.pdf?id=2](https://docs.tibco.com/pub/stat/13.4.0/doc/pdf/TIB_stat_13.4_R_Integration.pdf?id=2).

## **11 SEZNAM PŘÍLOH**

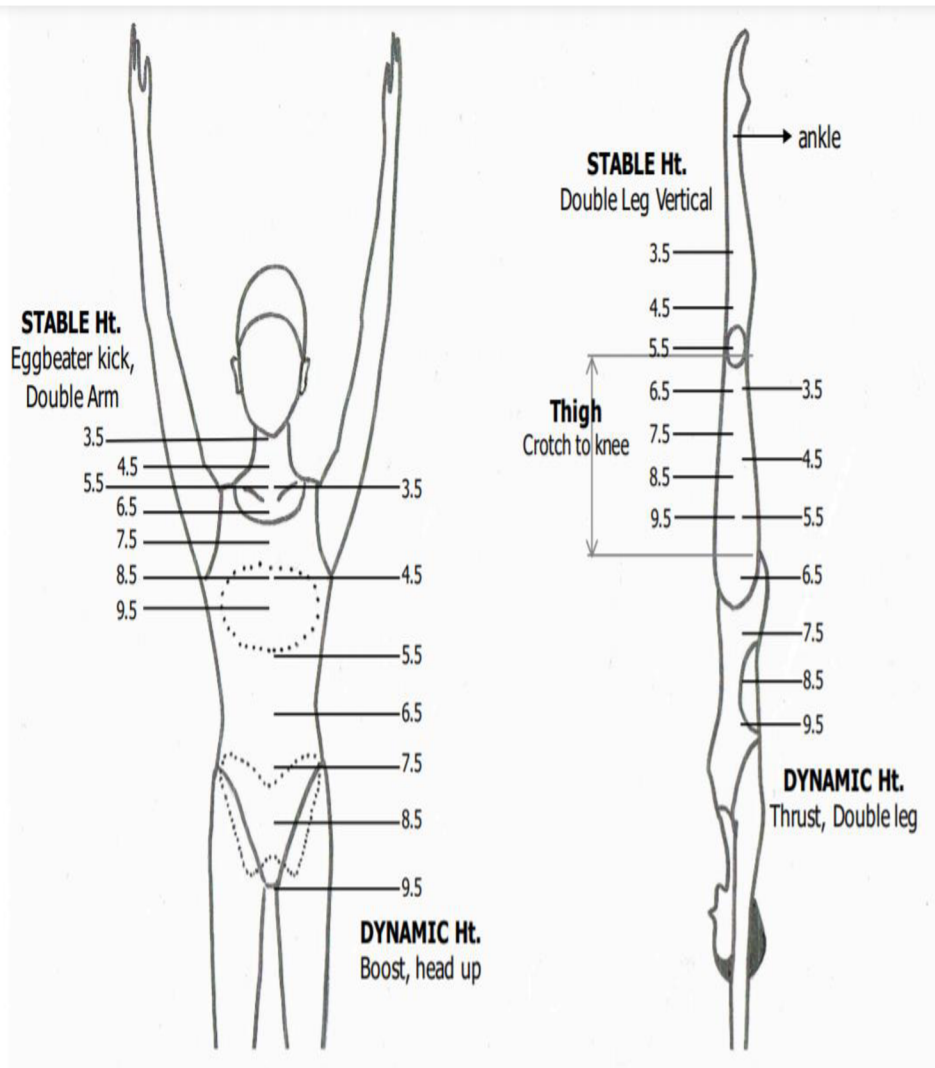
Příloha 1. Hodnocení poloh v synchronizovaném plavání

Příloha 2. Ukázka protokolu ze spiroergometrického vyšetření

Příloha 3. Ukázka informovaného souhlasu

Příloha 4. Ukázka výkonu v synchronizovaném plavání

Příloha 1. Hodnocení poloh v synchronizovaném plavání



Obrázek 3. Manuál pro určení známky dle výšky polohy (FINA, 2017)

Příloha 2. Ukázka protokolu ze spiroergometrického vyšetření

Fakulta tělesné kultury, UP Olomouc															
Katedra přírodních věd v kinantropologii Tř. Miru 115, Olomouc															
	Čas	Rychlost	Zvýšení	Zátěž/ kg	%VO2	VE	Bf	Vt	VCO2	VO2	VO2/kg	VE/VO2	RER	O2Pulse	HR
Jednotka	min:sec	km/h	%	W/kg	%	l/min	l/min	l	l/min	l/min	ml/min/kg			ml/beat	1/min
Nál.						<sup>(9)</sup>	<sup>(9)</sup>	<sup>(9)</sup> 1,84	<sup>(7)</sup> 2,072	<sup>(7)</sup>	37,4		<sup>(9)</sup> 1,21	<sup>(7)</sup>	<sup>(13)</sup> 204
Zahřívac	0:33	7,0	-	0,76	23	34	37	0,97	0,671	0,471	8,4	58,0	1,40	3,1	152
	1:03	7,0	-	0,76	34	42	48	0,90	0,712	0,700	12,5	54,7	1,00	4,1	170
	1:33	7,0	-	0,76	57	46	43	1,11	1,137	1,194	21,3	33,1	0,95	7,1	169
	2:03	7,0	-	0,76	63	56	47	1,20	1,383	1,314	23,5	38,4	1,05	7,7	171
	2:33	7,0	-	0,76	64	56	45	1,28	1,406	1,329	23,7	37,6	1,05	7,7	173
	3:03	7,0	5,0	0,76	67	56	44	1,23	1,446	1,400	25,0	35,4	1,03	8,0	176
	3:33	8,0	5,0	1,90	76	63	45	1,43	1,633	1,591	28,4	35,9	1,03	9,0	176
	4:00	8,0	5,0	2,02	83	66	46	1,45	1,769	1,737	31,0	34,6	1,02	9,6	180
Zátěž	0:30	10,0	5,0	3,31	84	67	49	1,35	1,794	1,749	31,2	35,3	1,03	9,6	182
	1:00	10,0	5,0	3,46	88	68	46	1,48	1,891	1,824	32,6	34,2	1,04	9,9	183
	1:30	11,0	5,0	3,80	85	70	52	1,35	1,841	1,758	31,4	35,9	1,05	9,5	185
	2:00	11,0	5,0	3,83	95	78	51	1,51	2,092	1,975	35,3	36,2	1,06	10,5	189
	2:30	12,0	5,0	4,16	91	76	53	1,45	2,037	1,898	33,9	36,6	1,07	10,0	190
	3:00	12,0	5,0	4,21	96	77	52	1,49	2,145	1,998	35,7	35,5	1,07	10,4	191
	3:30	13,0	5,0	4,54	95	79	56	1,39	2,148	1,971	35,2	36,5	1,09	10,2	194
	4:00	13,0	5,0	4,59	95	82	58	1,43	2,223	1,967	35,1	38,0	1,13	10,0	196
	4:30	13,0	7,0	4,92	94	81	59	1,40	2,274	1,962	35,0	37,7	1,16	9,9	197
	4:33	13,0	7,0	4,95	96	84	60	1,43	2,403	2,004	35,8	37,3	1,19	10,1	199
Zotavení	0:30	3,0	-	0,67	75	68	53	1,41	1,927	1,566	28,0	39,3	1,23	7,9	199
	1:00	3,0	-	0,14	71	65	50	1,41	1,833	1,487	26,6	39,4	1,23	7,5	194
	1:30	3,0	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186

(7): Conner (9): Wasserman/Hansen (13): AG Spirometrie

Obrázek 4. Protokol ze spiroergometrického vyšetření (FTK UPOL)

### Příloha 3. Ukázka informovaného souhlasu

#### Informovaný souhlas

**Název studie (projektu):** Vybrané fyziologické a kondiční parametry u synchronizovaných plavkyň: pilotní studie

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis výzkumníka pověřeného touto studií:



Datum: 25. 4. 2021

Datum: 25. 4. 2021

Obrázek 5. Informovaný souhlas

Příloha 4. Ukázka výkonu v synchronizovaném plavání



Obrázek 6. Akrobatický prvek (kalop.eu)



Obrázek 7. Akrobatický prvek (haikudeck.com)



Obrázek 8. Mistrovství Evropy 2013, český reprezentační tým (soukromý archiv Veroniky Lukáčové)





Obrázek 9. Mistrovství české republiky 2015, tým SK UP Olomouc (soukromý archiv Veroniky Lukáčové)



Obrázek 10. Mistrovství české republiky 2015, tým SK UP Olomouc (soukromý archiv Veroniky Lukáčové)