

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**TESTOVÁNÍ ODRAZOVÉ SÍLY DOLNÍCH KONČETIN U PLAVCŮ VE VĚKU  
13-16 LET**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Lukáš Vašina, Tělesná výchova a sport

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

Olomouc 2019

## **Bibliografická identifikace**

|                                 |                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Jméno a příjmení autora:</b> | Lukáš Vašina                                                        |
| <b>Název magisterské práce:</b> | Testování odrazové síly dolních končetin u plavců ve věku 13-16 let |
| <b>Pracoviště:</b>              | Katedra přírodních věd v kinantropologii                            |
| <b>Vedoucí diplomové práce:</b> | Mgr. Filip Neuls, Ph.D.                                             |
| <b>Rok obhajoby:</b>            | 2019                                                                |

### **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá testováním odrazové síly dolních končetin u plavců v průměrném věku  $14,25 \pm 1,25$  let. Výzkumný soubor tvořilo celkem 16 plavců (7 dívek a 9 chlapců). Práce byla zaměřena na testy na suchu i ve vodě. Na suchu byl měřen vertikální výskok a skok do dálky z místa odrazem snožmo. Ve vodě šlo pak o odraz od stěny a skok ze startovního bloku. Výzkumná část této práce byla orientována na zjištění korelace mezi jednotlivými testy pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Cílem bylo především zjistit, které dva testy spolu souvisejí nejvíce. Dalším záměrem bylo provedení komparace mezi výkony dívek a chlapců pomocí Studentova t-testu. Nejsilnější korelace byla nalezena mezi vertikálním skokem a skokem do dálky z místa odrazem snožmo. Výsledky této práce také ukázaly, že v testech na suchu jsou ve srovnání mezi dívkami a chlapci signifikantní difference, avšak ve vodě (v 10 metrech) mají výkony téměř stejné. Závěry této práce mohou pomoci ve výzkumu s podobnou problematikou.

**Klíčová slova:** plavání, dynamická síla dolních končetin, vertikální skok, testy ve vodě

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

|                                         |                                                                 |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Author's first name and surname:</b> | Lukáš Vašina                                                    |
| <b>Title of the master's thesis:</b>    | Explosive strength of lower limbs in swimmers aged 13-16 years. |
| <b>Departments:</b>                     | Department of Natural Sciences in Kinanthropology               |
| <b>Supervisor:</b>                      | Mgr. Filip Neuls, Ph.D.                                         |
| <b>The year of the presentation:</b>    | 2019                                                            |

### **Abstract:**

The diploma thesis deals with the testing of lower body strenght and power in 16 swimmers (7 girls and 9 boys) at the average age of  $14,25 \pm 1,25$  years. This thesis was focused on following dry and water tests. On dry land, there were measured performances of vertical jump (squat jump) on portable platform and long jump from standing position. In water, swimmers were tested in the start time performance (take off from the wall and the jump from the starting block). The part of this work was focused on finding correlation between these individual tests. Data were analyzed using Pearson's product moment correlation with significance set at  $p < 0,05$ . The main goal was to find out which tests are the most related. Another intention was to compare the performance of girls and boys using the Student's t-test. The strongest correlation was found between the vertical jump and the long jump from standing position. The results of this work also showed that there are significant differences in dry tests compared to girls and boys, but in water (10 meters) their performances are almost the same. Conslusions of this diploma thesis can help in research of similar issues.

**Keywords:** swimming, explosive power of the lower limbs, vertical jump, water tests

I agree with lending the thesis within the librarian services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Filipa Neulse, Ph.D. a uvedl jsem všechny použité literární i odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Hradci Králové, dne 12. 07. 2019

.....

Děkuji vedoucímu diplomové práce, panu Mgr. Filipu Neulsovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi ochotně poskytoval při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat Plaveckému klubu Pardubice, že mi zde bylo umožněno provést testování plavců.

## Obsah

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1 ÚVOD .....                                       | 8  |
| 2 PŘEHLED POZNATKŮ .....                           | 10 |
| 2.1 Definice plavání.....                          | 10 |
| 2.1.1 Vlivy vodního prostředí .....                | 10 |
| 2.1.2 Plavání a jeho pozitivní účinky .....        | 12 |
| 2.2 Starty a obrátky.....                          | 13 |
| 2.2.1 Startovní skok obecně .....                  | 13 |
| 2.2.2 Startovní skok z bloku.....                  | 14 |
| 2.2.3 Startovní skok z vody.....                   | 16 |
| 2.2.4 Obrátky.....                                 | 17 |
| 2.3 Silové schopnosti .....                        | 18 |
| 2.3.1 Základní rozdělení silových schopností ..... | 18 |
| 2.3.2 Diagnostika silových schopností.....         | 19 |
| 2.3.3 Testování dynamické síly DK.....             | 20 |
| 2.4 Rozvoj síly .....                              | 23 |
| 2.4.1 Metody rozvoje síly .....                    | 25 |
| 2.5 Rozvoj síly DK a odrazová cvičení .....        | 27 |
| 2.5.1 Cviky s velkou činkou.....                   | 27 |
| 2.5.2 Cviky s expandérem.....                      | 29 |
| 2.5.3 Odrazová příprava.....                       | 32 |
| 3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....                     | 33 |
| 3.1 Hlavní cíl .....                               | 33 |
| 3.2 Dílčí cíle.....                                | 33 |
| 3.4 Výzkumné otázky .....                          | 33 |
| 4 METODIKA.....                                    | 34 |
| 4.1 Charakteristika výzkumného souboru .....       | 34 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 4.2 Výzkumné metody a techniky .....                   | 34 |
| 4.3 Realizace výzkumu .....                            | 37 |
| 4.4 Statistické zpracování dat .....                   | 37 |
| 5 VÝSLEDKY .....                                       | 38 |
| 5.1 Výška/hmotnost .....                               | 38 |
| 5. 2 Vertikální skok/skok z místa odrazem snožmo ..... | 41 |
| 5.3 Testování ve vodě .....                            | 44 |
| 5.4 Korelace mezi jednotlivými testy .....             | 46 |
| 5. 5 Komparace výsledků mezi dívkami a chlapci .....   | 51 |
| 6 DISKUZE .....                                        | 53 |
| 7 ZÁVĚRY .....                                         | 57 |
| 8 SOUHRN .....                                         | 59 |
| 9 SUMMARY .....                                        | 61 |
| 10 REFERENČNÍ SEZNAM .....                             | 63 |

# 1 ÚVOD

Plavání je převážně individuální sport, pro který je typický cyklický pohyb ve vodě. Já osobně považuji plavání za pohybovou aktivitu, kterou by měl ovládat každý jedinec, nejenom závodní plavci.

Pohyb ve vodě má pozitivní účinky. Samotné vodní prostředí je pro organismus zdravé. Plavání je ideální pro regeneraci či rekonvalescenci po různých zraněních. Cvičení ve vodě je dobré pro pohybově postižené, neboť právě voda usnadňuje pohyb vzhůru tím, že nadlehčuje (Měkota & Cuberek, 2007). S vodou je spojené i otužování, jež také považuji za velmi přínosné pro zdraví.

Co se týká plavání v hodinách tělesné výchovy či závodního plavání, zde se už řeší plavecké dovednosti plavců. Ty se odvíjí od motorických schopností daného jedince, a tyto schopnosti se pak projeví v plaveckém výkonu. Právě to bylo předmětem této diplomové práce. Posoudit vliv motorických schopností na úroveň plaveckých dovedností. A jednou z těch důležitých schopností je odraz u plavců. Na výsledku celkového závodního času se podílí spousta faktorů, mezi něž rozhodně patří právě odrazová síla dolních končetin.

Jako téma jsem si zvolil „Testování odrazové síly dolních končetin u plavců ve věku 13-16 let“. Do teoretické části jsem zahrnul několik základních poznatků o vodě obecně, dále se zabýval startovním skokem a obrátkami, kde se odrazová síla dolních končetin využije nejvíce. Také se v této části věnuji testování dynamické síly a metodami jejího rozvoje. V praktické části se pak zabývám samotným testováním plavců.

Mým cílem bylo zjistit jejich odrazovou sílu pomocí čtyř testů. Dva proběhly na suchu, zbylé se konaly ve vodním prostředí. Na suchu byla měřena explozivní síla dolních končetin pomocí vertikálního výskoku na vertikální plošině. Jako druhý test jsem zvolil skok do dálky z místa odrazem snožmo. Ve vodě byl pak plavcům měřen skok ze startovního bloku a odraz od stěny.

Dalším cílem bylo zjistit závislost mezi jednotlivými testy. Zda se mezi nimi najde nějaká souvztažnost, a případně mezi kterými dvěma bude nejvyšší. Výsledky celkového souboru pak byly zvlášť rozděleny na výsledky skupiny dívek a chlapců, za účelem porovnání jejich výkonů. Abychom zjistili, zda se liší na suchu i ve vodě.

Získané poznatky a závěry této diplomové práce mohou dále posloužit učitelům či trenérům, kteří se budou zajímat o podobnou problematiku.

## **2 PŘEHLED POZNATKŮ**

### **2.1 Vymezení pojmu plavání**

Motyčka et al. (2001) tvrdí, že „plavání je jediným sportem, při němž se koná cyklický pohyb velkých svalových skupin téměř celého těla ve vodorovné poloze“ (Motyčka, 2001, 7).

„Plavání specifikujeme jako pohybovou činnost cyklického (lokomočního) charakteru, kde zásadními faktory jsou dokonale zvládnutá technika pohybu ve vodním prostředí a specifická plavecká vytrvalost. Při nezvládnutí se tyto faktory stávají pro plavání významnými limitami“ (Neuls et al., 2018, 7).

Je to pohybová dovednost, získaná motorickým učením. V širším smyslu lze plavání chápat jako cílenou motorickou činnost člověka ve vodě. Pokud se na suchu krok považuje za lokomoční vzorec, ve vodě jsou to plavecké záběry, kterými se sportovec posouvá vpřed a snaží se tak udržet na hladině vody. Pohyby ve vodě se liší od pohybů na suchu například působením fyzikálních vlastností vodního prostředí, horizontální polohou při plavání, absencí pevné opory při plavání, řízeným dýcháním s často zadržným dechem či zvýšenými nároky na termoregulaci organismu (Macejková, 2010, str. 9).

„Plavání je nedílnou součástí školní tělesné výchovy a patří pro své významné aspekty mezi nejužívanější pohybové aktivity sportu pro všechny. Má v mnoha směrech výhradní a do značné míry nenahraditelný účinek na lidský organismus“ (Bank, 1991, 4).

#### **2.1.1 Vlivy vodního prostředí**

Při pobytu ve vodě na člověka působí řada vlivů, se kterými se musí vyrovnat. Jsou to vlivy tepelné, mechanické a chemické (Neuls et al., 2018).

### 1) teplota

Tepelná vodivost vody se vzduchem je asi 23x větší, proto výrazněji ohřívá nebo ochlazuje tělo. Při výuce plavání má voda vlažnou teplotu (25-32°C), (Neuls et al., 2018).

Čechovská et al. (2012) uvádějí, že voda má dokonce 25x vyšší tepelnou vodivost než vzduch. Ve veřejných bazénech se teplota vody pohybuje okolo 26°. Termoregulace při pohybové aktivitě ve vodě bývá asi 3-4x vyšší než na zemi.

Voda by měla být teplejší, čím jsou děti mladší. U dětí předškolního věku se doporučuje teplota vody až 30°. Je-li voda chladnější, výuka by se měla zkrátit, aby nedošlo ke svalovému třesu či promodráání částí těla, nejčastěji rtů, uší a obličeje (Bank, 1991).

### 2) chemické vlivy

Chemické složení vody je vodík a kyslík. V případě přírodních podmínek obsahuje voda další látky a příměsi, které na nás mohou působit jak pozitivně, tak i negativně (Čechovská et al., 2012).

Látky užívané k desinfekci vody mohou působit negativně na sliznici v ústech. Dále také mohou dráždit oční spojivky, dýchací cesty či pokožku. Jedná se zejména o plynný chlór, u kterého je stanovená norma koncentrace, jež by neměla být přesáhnuta (Neuls et al., 2018).

### 3) odpor vody

Máček (2005) tvrdí, že plavec překonává při plavání odpor vody, což dělá z plavání 4x energeticky náročnější aktivitu, než běh na stejnou vzdálenost. Intenzita zatížení je proto celkem vysoká, uvádí 6-10 METs.

Na povrch těla působí hydrostatický tlak, který je daný hloubkou ponoření. Při dlouhodobém plavání tento tlak příznivě ovlivňuje rozvoj ventilačních schopností, poněvadž zvyšuje vitální kapacitu plic. Ovlivňuje také funkce oběhového systému, protože usnadňuje žilní návrat, k němuž napomáhá i horizontální poloha těla (Neuls et al., 2018).

Hydrostatický tlak ve vodě pomáhá vydechovat a naopak znesnadňuje nádech (Motyčka et al., 2001).

### **2.1.2 Plavání a jeho pozitivní účinky**

Pohyb ve vodě je oblíbenou aktivitou, má vynikající rehabilitační účinky. Cvičení je dobré pro pohybově postižené, neboť voda usnadňuje pohyb vzhůru tím, že nadlehčuje (Měkota & Cuberek, 2007).

Plavání je využíváno při problémech pohybového aparátu i při rehabilitaci takřka všech pooperačních stavů (Motyčka et al., 2001).

Má velmi pozitivní účinky, je jednou z nejúčinnějších forem pohybové aktivity. Zátěž oběhové soustavy při plavání rozvíjí „sportovní srdce“, zvětšuje se tedy srdce a snižuje se frekvence v klidu, klesají klidové hodnoty krevního tlaku. Plavání v přírodních podmínkách zlepšují otužilost proti chladu (Neuls et al, 2018).

## **2. 2 Starty a obrátky**

Jelikož se v naší práci zabýváme odrazovou silou dolních končetin (DK), budeme se v této kapitole věnovat startovnímu skoku a obrátkám, neboť nejenže jsou důležitou součástí plaveckého výkonu, ale právě zde se nejvíce uplatní odrazová síla DK.

### **2.2.1 Startovní skok obecně**

Jedním z faktorů, které ovlivňují plavecký výkon, je startovní skok. Blanksby et al. (2002) zjistili, že podíl startovního skoku na celkový výkon 50 metrů, plavaných volným způsobem, je 11 %, kde start se počítá od zaznění zvukového signálu po dosažení 10metrové hranice. Vliv startovního skoku pochopitelně klesá se zvyšující se vzdáleností.

U startovního skoku je důraz kladen zejména na efektivitu provedení. Nezbytná je dostatečná výbušná síla dolních končetin (Neuls et al, 2018).

Podle Hofera et al. (2006) kvalita startu souvisí s několika faktory, mezi něž patří reakční doba, čili schopnost rychle reagovat na daný podnět. Dále je to zvládnutí techniky startu, vhodný výběr startovního skoku a úroveň výbušné síly dolních končetin, která je ovlivnitelná vhodným výběrem odrazových a posilovacích cvičení.

Reakční doba charakterizuje schopnost reagovat v co nejkratším čase na daný podnět zvukového charakteru. Reakční doba je nazýván také latentní (od signálu časomíry až po první pohyb, jenž plavec vykoná). Je to čas potřebný pro reakci smyslů a svalů (Moravec et al., 2004).

Před zvládnutím techniky startovního skoku je nejdříve důležité vybrat vhodný druh skoku, a pak až techniku zdokonalovat. To se dá pomocí videozáznamů, velkým počtem opakování a pokyny trenéra (Hofer et al., 2006).

Plavecká pravidla vymezují dva způsoby startu: ze startovního bloku (kraul, prsa, motýlek) a z vody (znak). Kvalita obou z nich je ovlivněna několika faktory. Především jde o reakční dobu, velikost výbušné síly DK a techniku skoku.

Startovní bloky se používají buď pro klasický start (Obrázek 1, vlevo), nebo pro takzvaný „track“ start (Obrázek 1, vpravo), (Čechovská, Miler, 2008).



Obrázek 1. Startovní bloky. (převzato z [www.topswim.cz/cz/bazenove-prislusenstvi-malmsten/plavecke-startovni-bloky](http://www.topswim.cz/cz/bazenove-prislusenstvi-malmsten/plavecke-startovni-bloky))

### 2.2.2 Startovní skok z bloku

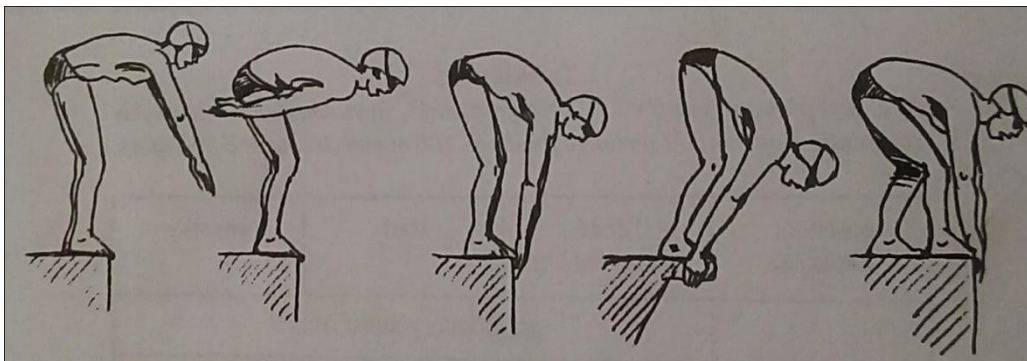
Startovní skok z bloku se dělí na následující fáze: odraz, letová fáze, dopad, výjezd (splývání a první plavecké pohyby), (Čechovská, Miler, 2008).

Podle Hofera et al. (2006) má startovní skok z bloku tyto fáze:

- a) zaujetí základního postavení
- b) odraz a let vzduchem
- c) dopad do vody, pohyb setrvačností a nasazení prvních záběrových pohybů

Krátké opakované hvizdy píšťalkou znamenají, že plavec si má odložit oblečení a nasadit plavecké pomůcky. Na dlouhé písknutí plavec zaujímá základní postoj, který má více podob. Na povel „na místa“ závodník zaujme startovní postoj na bloku. Alespoň jednou nohou musí stát na jeho okraji (Maglischo, 2003).

V současné době se používá nízký start (grab start), který má více variant. Plavci jsou u něj hluboce předkloněni. Někdo se opírá o přední hranu dlaněmi, jiní se zavěšují úchopem zespodu po stranách startovního bloku. Čím dál častěji je používán i tzv. track start, u kterého je jedna noha za hranou a druhá zhruba dvě stopy za ní (Obrázek 2, úplně vpravo), (Hofer et al., 2006).



Obrázek 2. Varianty startu (Hofer et al., 2006, str. 88).

Poté startér odstartuje výkonným povelom (pistolí či klaksonem), při kterém plavci zatají dech. Úhel odrazu je důležitým činitelem dráhy lety. Pohybuje se v rozmezí 10-25°. Dráha letu by měla být dostatečně dlouhá i vysoká. Úhel dopadu se pohybuje kolem 30-45°. Plavec se snaží, aby tělo mělo při dopadu co nejmenší odpor. Dopad se koná v pořadí ruce, paže, hlava, trup, nohy, a bývá označován jako „dopad v jednom bodě“ (Obrázek 3), (Hofer et al., 2006).

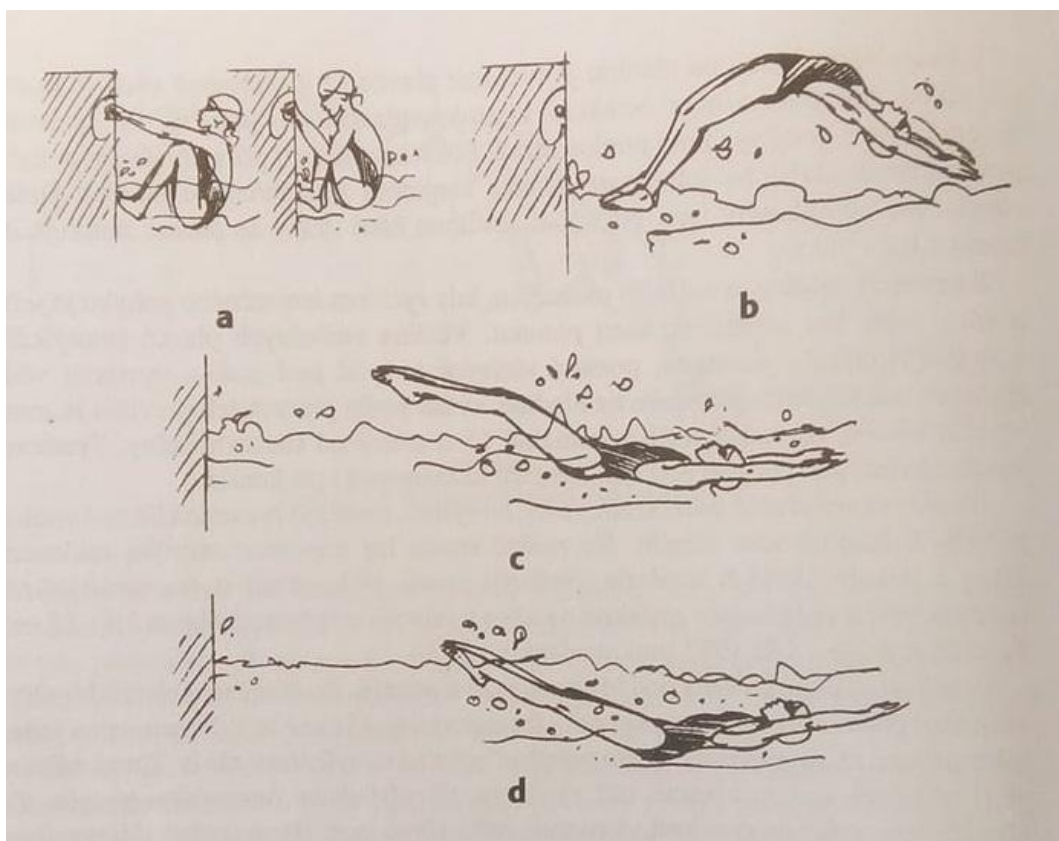


Obrázek 3. Úhel odrazu (Hofer et al., 2006, str. 90).

Dynamiku letové fáze určuje odraz nohou a švih paží. Po dopadu klesá rychlost vlivem odporu vody. Zkušený plavec pozná, kdy má zahájit plavecké pohyby (Čechovská & Miler, 2008).

### 2.2.3 Startovní skok z vody

Startovní skok z vody má stejné fáze jako start z bloku. Plavci skáčí do vody na dlouhé zapísknutí. Na druhé dlouhé zapísknutí zaujímají základní postavení čelem ke startovní plošině (Český svaz plaveckých sportů, 2017). Chytají se rukama tyče, která je zabudovaná v bloku. Chodidla se opírají o stěnu, prsty nohou jsou nad hladinou (Obrázek. 4). Na povel „na místa“ se plavci přitahují k madlu, čímž zvednou svoje těžiště. Vydechnou a zadrží dech. Na povel se pouští a pažemi jdou do vzpažení (jde provést i upažení). Při odrazu se nadechují. Do vody se nejprve zanořují ruce, poté hlava a trup. Na setrvačný pohyb navazují delfinovými záběry nohou. Pod hladinou vydechují ústy i nosem, aby zabránili zatékání vody do nosu (Hofer et al., 2006).



Obrázek 4. Startovní skok z vody (Hofer et al., 2006, str. 92).

#### 2.2.4 Obrátky

„Obrátka je změna směru plavání, kterou využíváme v případě, je-li délka tratě delší než jedna délka bazénu. Při dokonalém provedení zlepšuje celkový čas závodníka, z čehož vyplývá, že dosahované výkony v 25m bazénu jsou lepší než v 50m bazénu“ (Čechovská & Miler, 2008, 78).

Dobře provedená obrátka znamená ziskový čas. Obrátka neslouží k odpočinku, ale ke zrychlení. Opět zde hraje velkou roli úroveň výbušné síly DK (Neuls et al., 2018).

Obrátku lze rozdělit na jednotlivé fáze: první z nich je „naplávání“ – pohyb plavce poslední 3 m před stěnou bazénu. „Dohmat a otočení“, které plavec musí provést v souladu s pravidly. Třetí fází je „odraz a splývání“, kde rozhoduje o efektivitě provedení síla a technika. A poslední fází je „zahájení plaveckých pohybů pod hladinou“ (Čechovská & Miler, 2008).

Podle toho, jak je obrátka provedena, rozlišujeme několik variant:

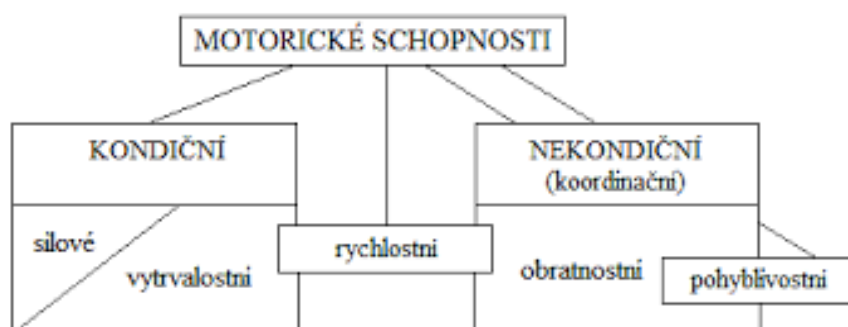
- a) běžné, neboli „kyvadlové“, které jsou používány u motýlku a prsou
- b) kotoulové – ty se používají u kraulu a znaku
- c) specifické pro polohový závod (z motýlku na znak, ze znaku na prsa a z prsou na kraul)

(Neuls et al., 2018).

Při výukách nebo ve zdravotním plavání mají význam i základní obrátky, které se v závodech spíše nevyužívají (Čechovská & Miler, 2008).

## 2.3 Silové schopnosti

Měkota a Blahuš (1983) rozdělují motorické schopnosti na kondiční a koordinační (Obrázek 5). Kondiční dále dělí na silové a vytrvalostní. V této kapitole však budeme věnovat pozornost právě silovým schopnostem, které jsou důležité pro odraz.



Obrázek 5. Dělení motorických schopností (Měkota & Blahuš, 1983, str. 100).

### 2.3.1 Základní rozdělení silových schopností

Silové schopnosti jsou definovány jako „komplex silových schopností, který pro zjednodušení zkráceně označujeme termínem síla, tvoří významnou komponentu fyzické zdatnosti. Rozvoj síly je vždy podstatnou součástí kondičního tréninku...“ (Měkota & Novosad, 2005, 113).

„Síla jako pohybová schopnost jedince je souhrnem vnitřních předpokladů pro vyvinutí síly ve smyslu fyzikálním, je spjata s činností svalů (velikost svalového stahu), kterou lze označit jako svalovou sílu.“ (Měkota & Novosad, 2005, 113).

Mezní silový výkon je podmíněn několika faktory. Například optimální aktivací CNS, úrovní doplnění zásob ve svalu (ATP, CP, glykogen), stupněm relaxace antagonistů, jejich příčným průřezem a množstvím myofibril. A také hlavně převahou rychlých glykolytických vláken. Proto se při posilování snažíme zvětšovat průřez svalu a pomocí nervosvalového systému zvyšovat podíl aktivovaných motorických jednotek (Havel & Hnízdil, 2009).

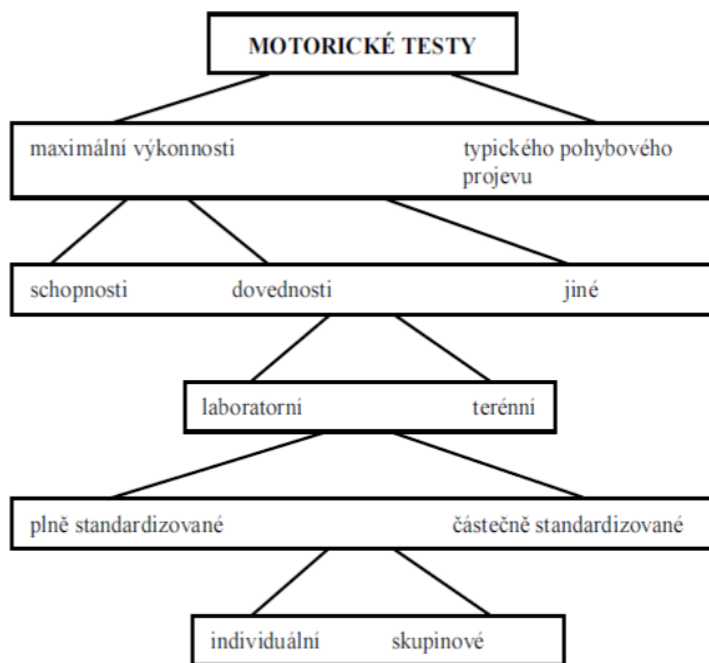
Sílu můžeme členit na maximální, rychlou, reaktivní a vytrvalostní. Rychlou sílu hodnotíme ze dvou hledisek. První je provedení pohybu maximální rychlostí v co

nejkratším čase a druhé hledisko je udělení co nejvyšší rychlosti v konečné fázi pohybu. Podle toho je rozlišena startovní síla, která je dosažena do 50 ms od zahájení kontrakce. Ale pokud pohyb probíhá v čase delším než 300 ms, má výbušný explozivní charakter a je zaměřena na nejvyšší rychlosti v závěrečné fázi pohybu (Měkota & Novosad, 2005).

### 2.3.2 Diagnostika silových schopností

Diagnostika je nezbytná pro určení silové úrovně jednotlivých svalových skupin plavce. Analýza je nutná pro zjištění nějakého oslabení nebo svalové nerovnováhy. Pomáhá také určit zvolení prostředků a ke stanovení zátěže při metodách rozvoje síly. Používají se laboratorní a terénní testy. V laboratorních podmínkách je testování přesnější, kdežto měření v terénu je daleko obtížnější.

Testy, které jsou označeny jako motorické, se vyznačují tím, že jejich obsahem je pohybová činnost, jenž je vymezena pohybovým úkolem a svými pravidly (Měkota & Blahuš, 1993).



Obrázek 6. Motorické testy (Měkota & Blahuš, 1983, str. 21).

U motorických testů je důležité, aby byly standardizované.

Test je standardizovaný, pokud obsah testu je pro všechny testované osoby (TO) stejný, včetně způsobu jeho vyhodnocení. Standardizace vyžaduje promyšlenou a pro všechny TO stejnou instrukci. Examinátor vytváří testovanou situaci, která má být reprodukovatelná i na jiném místě, čase a jiným examinátorem. Základním požadavkem je omezit vlivy prostředí i chyby samotného testujícího na minimum (Měkota & Blahuš, 1983).

### **2.3.3 Testování dynamické síly DK**

„Dynamická síla explozivní (DSE) se projevuje v acyklických pohybových aktech výbušného charakteru, jakými jsou např. vrh, úder, kop, hod na vzdálenost atd. Nejobecnějším projevem DSE jsou však různé druhy skoků, kdy se zmíněná schopnost projevuje při odrazu“ (Měkota & Blahuš, 131).

Při testování explozivní síly DK se nejlépe uplatňují skoky z místa - do dálky nebo do výšky. Nejznámějším testem je skok daleký z místa odrazem snožmo.

#### **a) horizontální**

Pohybový úkol testovaným nejdříve vysvětlíme, skok demonstrujeme. V základním postavení se stojí špičkami těsně u odrazové čáry, chodidla jsou rovnoběžně. Plocha by měla být rovná a neklouzavá. Délku poté měříme od odrazové čáry k místu dotyku pat. Při provádění testu v tělocvičně je dobré podrážky obuvi potřít křídovým prachem, aby byla stopa viditelná.

Podle Psotty et al. (2006) je pro měření explozivní síly dolních končetin také možné použít čtyřskok z nohy na nohu, kde výchozí pozicí je stoj rozkročný. Poté čtyřmi kroky vpřed z nohy na nohu. Výsledek je ovlivněn tělesnou výškou a délkou dolních končetin sportovce. Test je vhodný u atletů od 12 let do dospělosti. Dá se obměňovat i s trojskokem na levé (pravé) noze, kde se provádějí tři pokusy na levé a poté tři na pravé noze. Vybere se vždy ten nejlepší, obě délky se sečtou a vydělí dvěma.

b) vertikální

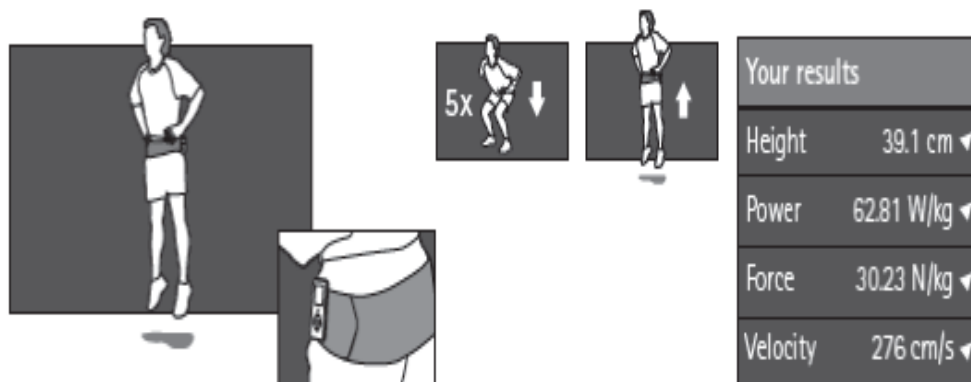
Vertikální skok se provádí dosažný nebo prostý. Oba můžou být provedeny se současným švihem paží nebo bez nich (Měkota & Blahuš, 1983).

V současnosti je možné měřit odrazovou sílu i pomocí takzvaného Myotestu, který mi přijde jako velmi zajímavá pomůcka.

Tento přístroj provádí biomechanickou analýzu a dokáže změřit explozivní sílu dolních končetin. Vypočítá výšku vertikálního skoku, dobu letu, sílu i výkon. Testy provádíme přesně dle instrukcí, je dobré si test vyzkoušet několikrát nanečisto. Hluboké pípání zařízení značí chybu. Výsledky poté můžeme ukládat na stránky myotest.com a zde je možnost je porovnávat s ostatními sportovci. Myotest nabízí celkem 8 testů. Pro názornost si zde jeden popíšeme.

Skok CMJ (countermovement jump) – v Myotestu nastavíme tělesnou hmotnost, připevníme svisle k pasu a stiskneme „enter“. Poté zaujmeme nehybný postoj, ruce jsou v bok a hlava zpříma. Na krátké zapínání volně ohneme kolena a odrazíme se s rukama v bok co nejvýše. Doskok by měl být jistý a hladký. Totéž opakujeme 5x s vyčkáním na další zapípání. Jakmile myotest dvojité zapípá, znamená to úspěšné ukončení testu. Výsledky se zobrazí ihned na displeji. Ukazuje průměr ze třech nejlepších opakování (Obrázek 7).

Skok SJ (squat jump) se liší pouze v postoji – podřep (úhel v kolenním kloubu je 90°).



Obrázek 7. Myotest (převzato z <http://www.hssports.co.uk/media/attachments/myotest-manual.pdf>).

*Poznámka:* Height = výška skoku [cm], Power = výkon [W/kg], Force = síla [N/kg], Velocity = rychlost [cm/s].

## 2. 4 Rozvoj síly

Když trenér sestavuje plán na suchou přípravu, je důležité, aby bral v potaz věk plavce. Dříve se myslelo, že silový (odporový) trénink je pro mladé sportovce škodlivý. Že zvyšuje riziko zlomeniny v růstových chrupavkách kostí, a že tudíž může docházet k závažným poruchám růstu dítěte. Zjistilo se ale, že silový trénink je u mladých sportovců bezpečný. Umožňuje plavcům zvýšit výkonnost a snižuje riziko zranění, čímž nepřímo zvyšuje jejich šanci na úspěch (McLeod, 2014).

Výzkumy ukázaly, že získání síly je možné už v prepubertálním věku, je-li však počet opakování a intenzita zátěže dostačující. Plavec by měl cvičit 2-3 série po 13-15 opakováních. Trénink by se měl konat 2-3x po sobě nenásledující dny v týdnu. Posílení vzniká díky adaptaci nervosvalových faktorů (rychlosti aktivace svalu nebo koordinace). Svalová hmota se začíná budovat až v pubertě díky působení hormonů. Avšak její nárůst by neměl vést ke zvýšení hmotnosti, ani by nemělo docházet ke zbrzdění růstu (McLeod, 2014).

Tabulka 1. Možnosti rozvoje na základě věku (upraveno dle McLeod, 2014, str. 12).

| VĚK        | MOŽNOSTI                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Méně než 7 | Naučit dítě základní cviky s mírnou zátěží nebo bez zátěže, vypěstovat v dítěti tréninkové návyky, učit techniku, cvičit lehká kondiční cvičení, cviky ve dvojicích, cviky s mírným odporem, udržovat malý objem svalové hmoty. |
| 8-10       | Postupně zvyšovat počet cviků, trénovat všechny zdvihy, začít postupně nabírat zátěž, cvičit jen jednoduché cviky, postupně zvyšovat objem svalů, pečlivě sledovat toleranci zátěže při cvičení.                                |
| 11-13      | Naučit základní techniky cviků, pokračovat se zvyšováním zátěže v každém ze cviků, klást důraz na správnou techniku, zavést složitější cviky bez odporu nebo s malým odporem, zvyšovat objem svalů.                             |
| 14-15      | Pokračovat do posilovacího programu do pokročilé mladší, přidat sportovně specifický trénink, klást důraz na techniku, zvyšovat objem svalové hmoty.                                                                            |
| 16 a více  | Přesunout dítě do programu pro mladší dospělé, pokud tomu odpovídají jeho základní znalosti a dosáhlo základní úrovně trénovanosti.                                                                                             |

Václavíková (2012) ve své diplomové práci zmiňuje Olbrechta (2000) ve spojitosti s trénovatelností. V Tabulce 2 vidíme přehled trénovatelnosti silových schopností v závislosti na věku.

Tabulka 2. Trénovatelnost sil podle věku (Václavíková, 2012, str. 29).

| Kondiční složky   |         | Věková skupina |          |           |           |           |           |           |         |
|-------------------|---------|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
|                   |         | 5-8 let        | 9-10 let | 11-12 let | 13-14 let | 15-16 let | 17-18 let | 19-20 let | 20+ let |
| Maximální síla    | Dívky   |                |          |           | +         | ++        | +++       | +++       | +++     |
|                   | Chlapci |                |          |           |           | +         | ++        | +++       | +++     |
| Výbušná síla      | Dívky   |                |          | +         | ++        | ++        | +++       | +++       | +++     |
|                   | Chlapci |                |          | +         | +         | +++       | +++       | +++       | +++     |
| Vytrvalostní síla | Dívky   |                |          |           | +         | ++        | +++       | +++       | +++     |
|                   | Chlapci |                |          |           |           | +         | ++        | +++       | +++     |

Poznámka: + částečně trénovatelné, ++ dobře trénovatelné, +++ velmi dobře trénovatelné.

U počtu opakování záleží samozřejmě na váze a je důležité nalézt optimální počet individuálně. Pro maximální nárůst síly se ale doporučuje 1 – 3 opakování v sérii. Pro zpevnění svalů je to 8 – 15x a svalovou vytrvalost 15x a více. Co se týče konkrétně dolních končetin, tam se doporučuje 14 – 16 opakování (Havel, Hnízdil, 2009).

Tabulka 3. Počet opakování a velikost odporu (upraveno podle Perič & Dovalil, 2010, str. 81).

| POČET OPAKOVÁNÍ | VELIKOST ODPORU (% maxima) |
|-----------------|----------------------------|
| 1               | 100                        |
| 2-3             | 90                         |
| 3-5             | 80                         |
| 5-7             | 70                         |
| 7-10            | 60                         |
| 25              | 50                         |
| 35              | 40                         |
| 50              | 30                         |

Mladý sportovec by měl být schopný přijímat a dodržovat instrukce dané jeho trenérem. Ten by měl postupovat pomalu, krok za krokem, aby se svěřenec naučil správnou techniku a poté se mohl dostat do náležité formy (McLeod, 2014).

#### **2.4.1 Metody rozvoje síly**

Perič a Dovalil (2010) dělí dynamickou sílu na výbušnou (explozivní), rychlou, vytrvalostní a maximální.

Metody, které rozvíjejí zejména explozivní a rychlou sílu: metoda rychlostní (rychlostně silová, dynamických úsilí) a metoda kontrastní (variabilního působení), (Havel & Hnízdl, 2009).

U rychlostní metody je základním rysem střední velikost odporu (30-60 % maxima). Rychlost pohybu u cviku je vysoká až maximální, počet opakování se doporučuje 6-12. Doba cvičení by měla být maximálně 15 s a rychlost by neměla klesnout pod 50 % rychlosti téhož pohybu bez odporu. Pokles rychlosti pod tuto stanovenou hranici je signálem k ukončení cvičení. Jako příklad je uveden blokařský výskok s 10kg vestou v co nejkratším čase. Počet opakování 6x.

Metoda kontrastní kombinuje princip metody opakovaných úsilí a rychlostní metody. V jedné tréninkové jednotce jsou střídány odpory různé velikosti, a proto se dosahuje jiné rychlosti pohybu i počtu opakování. Rozpětí bývá 30-80 % maxima, počet opakování 5-10x. Příkladem je dřep s činkou na zádech, kde je střídána série s hmotností 80 % maxima a 5 opakování se sérií 40 % maxima a 10-20 opakování s maximální rychlostí (Havel & Hnízdl, 2009).

Úroveň výbušné síly je možné zvýšit pomocí následujících postupů: zvýšení svalové hmoty (zvětšením průřezu svalu), zlepšením mezisvalové koordinace (souhra svalových skupin), zlepšením energetických zásob (ATP, CP) a využitím plyometrických cvičení (Pupišová, 2013).

Salo (2008) uvádí, že u explozivní síly je složka silová a rychlostní, a že k rozvoji výbušné síly je nejdříve důležité vytvoření silového základu a poté zařadit cvičení, která jsou charakteristická maximálním zrychlením při středních až nižších

odporech. Nejznámější metodou je metoda plyometrická, jejíž cvičení by měla obsahovat vysoce intenzivní série v délce trvání 4 s.

Plyometrická metoda slouží k rozvoji výbušné síly. Cvičení jsou založená na akční rychlosti a reaktivitě. Principem je napnutí a zkrácení svalu, charakterizované excentrickou kontrakcí (sval se natáhne) a koncentrickou kontrakcí (rychlý přechod do opačného směru, zde dochází ke zkrácení svalu). Cílem je zlepšit mechanismy využívání reflexů. Cvičení jsou prováděny pouze v rámci tréninku odrazové síly. Jsou smysluplná tehdy, pokud je zařadíme po sprinterském nebo silovém tréninku. Není doporučeno provádět více než tři cvičení po sobě. Nejdříve se odráží z každé nohy zvlášť, poté s odrazem obou nohou. Není tolik důležitý počet opakování, jako rychlost a přesnost (Vanderka & Kampmiller, 2008).

Havel a Hnízdil (2009) současně ale uvádí, že použitelnost metod posilování závisí na věku sportovce a jeho trénovanosti. Pro děti, mládež a začátečníky nejsou určeny metody maximálního úsilí či plyometrická metoda. Ty by měly být zařazeny do tréninku až později. Doporučují proto pro rozvoj síly používat tzv. přirozené posilování.

## 2.5 Rozvoj síly DK a odrazová cvičení

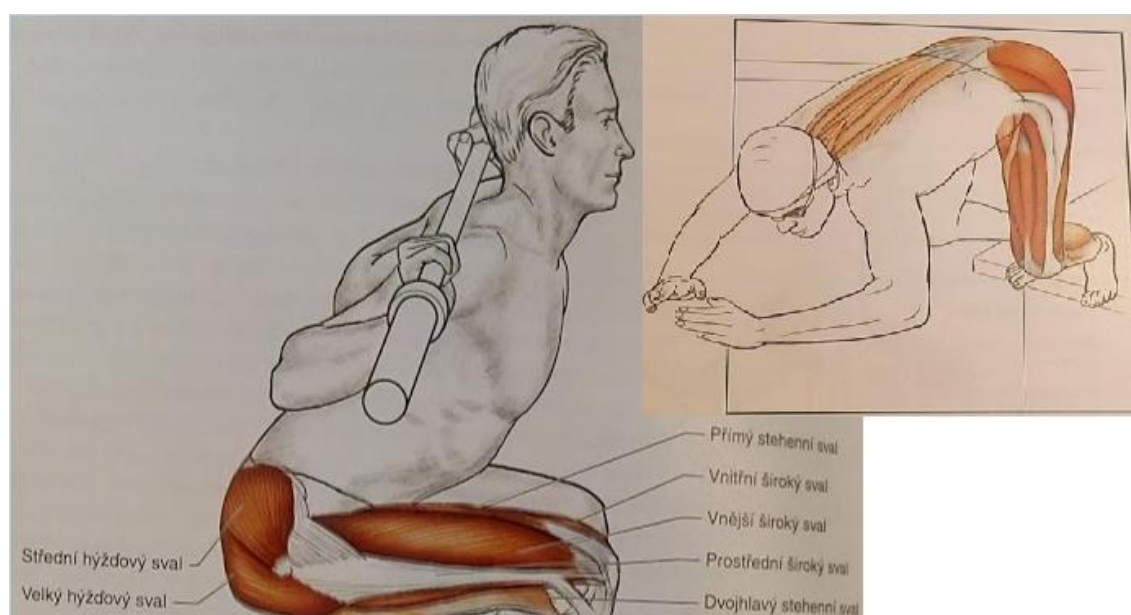
K dosažení dobrého plaveckého výkonu je nezbytná síla dolních končetin. Nejenže napomáhá efektivnímu kopání, je hlavně důležitá pro odraz při startu z bloků a také pro dokončení obrátky. Dolní končetiny vyvažují pohyb trupu a horních končetin, jsou zásadní pro hydrodynamiku celého těla (McLeod, 2014).

Salo (2008) tvrdí, že důležitost silově kondičních programů je v tom, že jsou kombinací přípravy jak ve vodě, tak na suchu.

McLeod (2014) popisuje ve své publikaci několik důležitých cviků na dolní končetiny právě pro suchou přípravu. U jednotlivých cviků je popsána přesná technika provedení spolu s uplatněním cviku přímo v plavání.

### 2.5.1 Cviky s velkou činkou

a) zadní dřep s velkou činkou (na Obrázku 8 vlevo jsou znázorněny zapojené svaly při cvičení a vpravo je vidět, v jaké plavecké fázi se zapojují nejvíce).



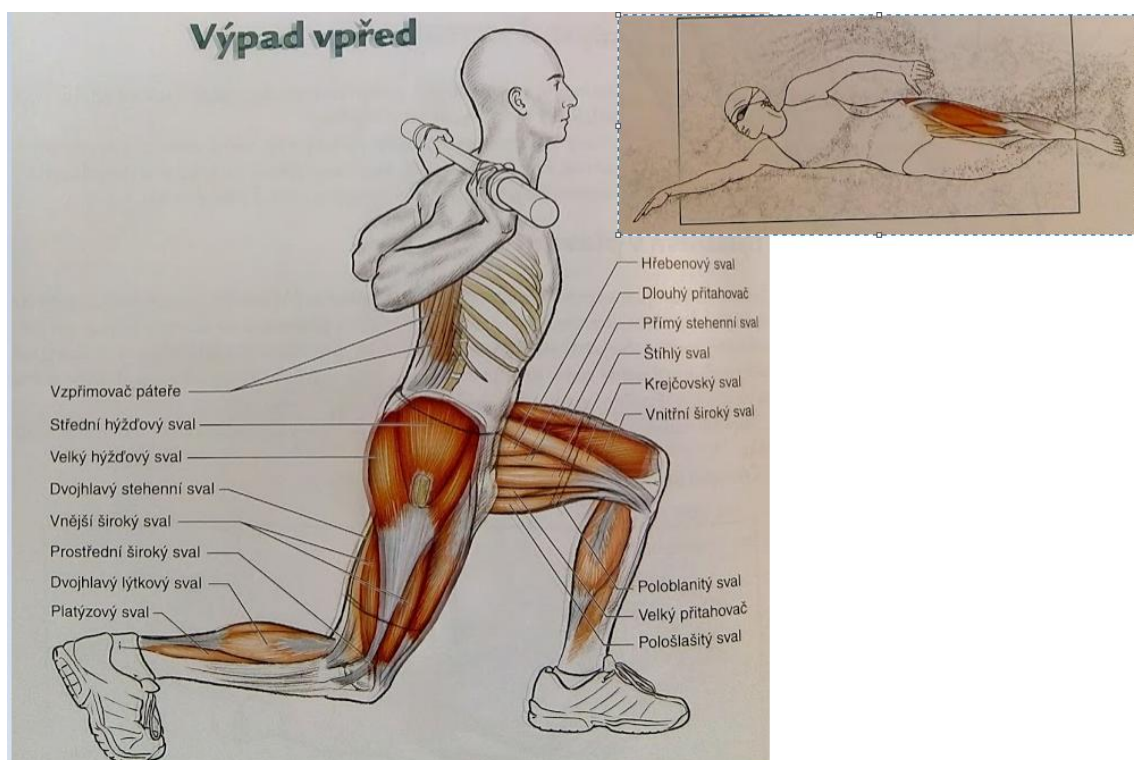
Obrázek 8. Zadní dřep s velkou činkou (McLeod, 2014, 148).

Provedení: položíme činku na ramena a roztáhneme nohy na širší ramen. Poté se snížíme do podřepu tak, aby stehna byla rovnoběžná s podložkou. Pohyb začíná v kyčlích. Poté natáhneme DK zpět do výchozí polohy. Jako variace se nabízí dřep s velkou činkou nad hlavou, u které je výhodou, že musíme udržet vzpřímený trup.

Špatná technika je u dřepů jednou z nejčastějších příčin vzniku zranění při suché přípravě. Proto se doporučuje cvičit nejdříve s nízkou zátěží nebo bez tyče. Zátěž se navyšuje, až pokud cvik ovládáme nebo jsme pod dohledem profesionála.

Uplatnění v plavání: dřepy jsou všeobecně dobrým cvikem na DK, poněvadž zapojují všechny její svalové skupiny. Posílení extenzorů kolene zaručí větší vytrvalost při kopání a kopy budou silnější. Posílení hýžďových svalů je užitečné pro kopání při prsou. Při startu je pohyb velmi podobný jako u dřepu, proto je považován za hlavní cvičení pro nácvik startovacího pohybu.

#### b) výpad vpřed

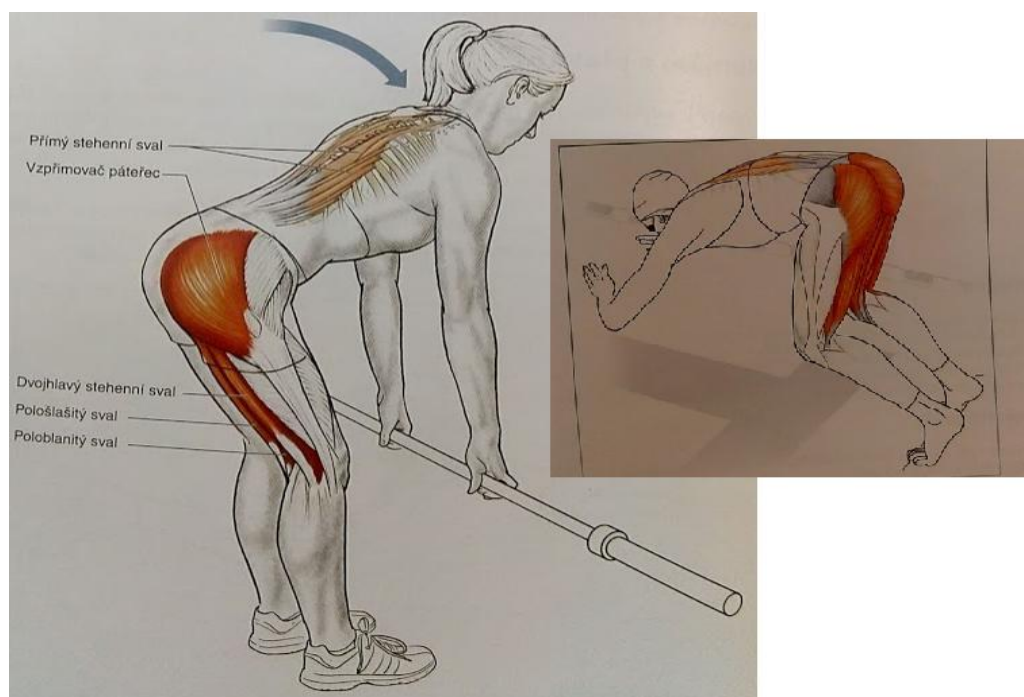


Obrázek 9. Výpad vpřed (McLeod, 2014, 154).

Provedení: činku si položíme na ramena. Postavíme se roznožmo s chodidly na širší ramen. Jednou nohou uděláme krok dopředu a ohýbáme ji v koleni do takové polohy, dokud není stehno předsunuté nohy rovnoběžně s podložkou. Zadní koleno se nedotýká podložky. Poté se odrazíme chodidlem zpět do výchozí polohy. Abychom zabránili předklánění trupu, zaměříme svůj zrak na jeden objekt a po celou dobu výpadu se na něj budeme dívat. Cvik se dá variovat výpadem do strany či diagonálním výpadem.

Uplatnění v plavání: Opět je tento cvik přínosný pro kopy, starty i obrátky.

### c) mrtvý tah s klasickým úchopem



Obrázek 10. Mrtvý tah s klasickým úchopem (McLeod, 2014, 160).

Provedení cviku: uchopíme činku nadhmatem. Chodidla od sebe roztáhneme na šíři ramen. Kolena jsou mírně ohnuta. Záda se snažíme držet rovná. S činkou klesáme k zemi tak, že záda udržujeme ve stejné pozici, kolena poté ohýbáme. S činkou klesáme tak hluboko, dokud neucítíme tah u hamstringů. Potom nohy natáhneme zpět do výchozí pozice. Pro mladé plavce je tento cvik nevhodný.

Uplatnění v praxi: tímto cvikem posilujeme svaly, které jsou důležité pro fázi startu i při obrátkách, také i pro fázi záběru při prsou.

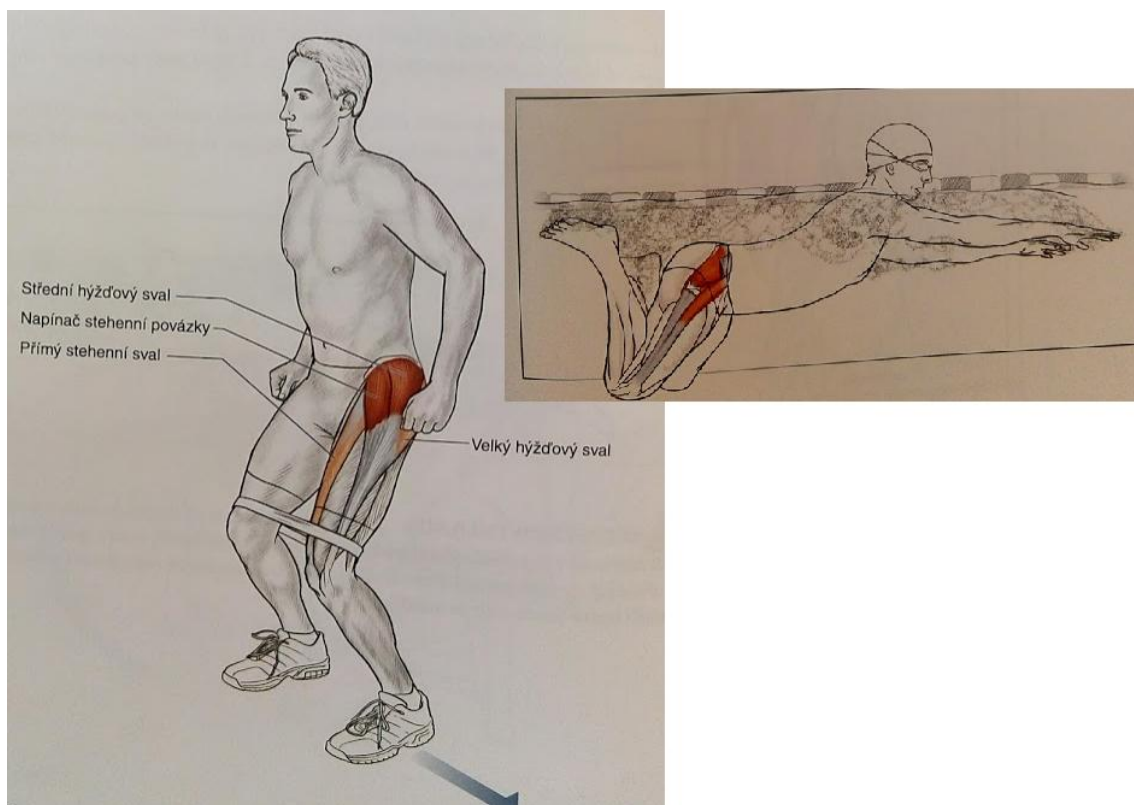
## 2.5.2 Cviky s expandérem

### a) úkroky stranou s expandérem

Provedení: stojíme s mírně pokrčenými koleny a chodidly na šíři ramen. Expandér umístíme nad kolena. Jednu nohu necháváme stát a druhou posunujeme 30-45

cm na stranu. Vlečenou nohu opět přisuneme opět na šíři ramen. Takto provedeme několik kroků do strany.

Uplatnění v plavání: napínač stehenní povázky a velký hýžděový sval se zapojují při kopání. Prsaři by měli tento cvik cvičit častěji.

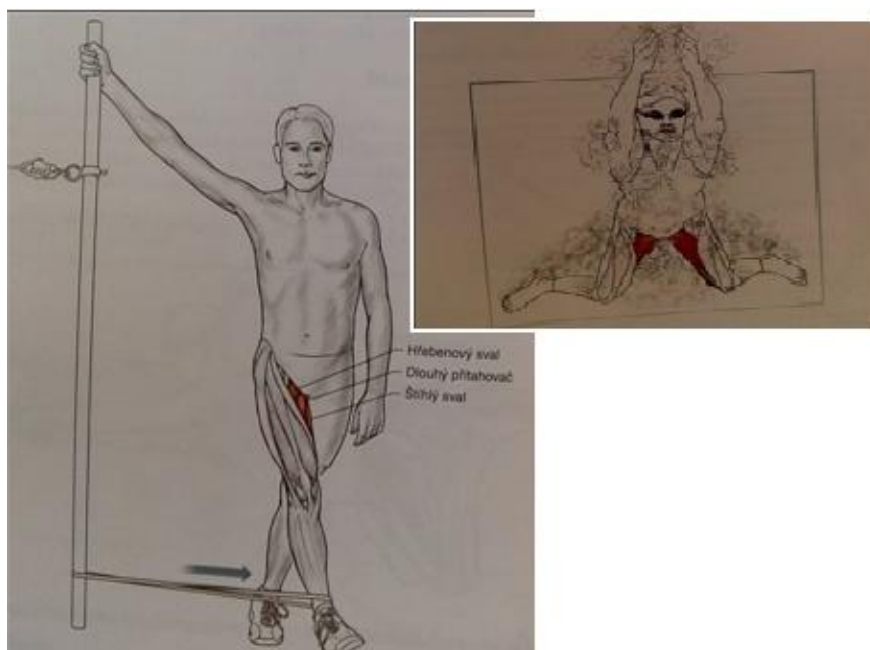


Obrázek 11. Úkroky stranou s expanderem (Mcleod, 2014, 168).

#### b) addukce v kyčli vestoje

Provedení: stoupneme si stranou ke sloupku, za který připevníme cvičební expandér, který si zavlečeme za kotník. Stojíme pouze na noze vzdálenější od sloupku, druhá je zvednutá. Koleno je natažené. Volnou dolní končetinu táhneme přes tu stojnou. Pomalu se vracíme do výchozí pozice.

Uplatnění v plavání: Posílení přitahovačů pomáhá prsařům zlepšit kopy a zvýšit vytrvalost.

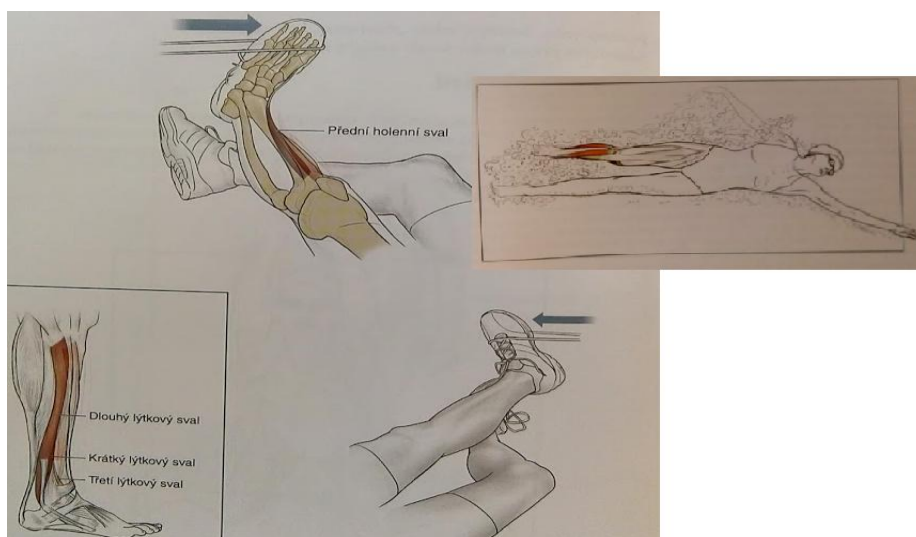


Obrázek 12. Addukce v kyčli (McLeod, 2014, 170).

### c) posilování svalů hlezenního kloubu

Provedení v inverzi: položíme jednu nohu přes druhou, a to na přední část chodidla, které je nahoře. Zde upevníme expandér, jenž je vně od této nohy. Přitahujeme prsty směrem ke středu těla, aniž bychom otáčeli končetinou v kyčli či koleni. Do výchozí pozice se vracíme pomalu. Cvičení se dá provádět i v everzi, kdy expandér je upevněný směrem dovnitř.

Uplatnění v praxi: tento cvik pomáhá zvyšovat dynamickou stabilitu hlezenního kloubu.



Obrázek 13. Posilování hlezenního kloubu (McLeod, 2014, str. 172).

### 2.5.3 Odrazová příprava

Odraz je způsobený extenzí v kyčelních, kolenních a hlezenních kloubech. Předpokladem dobrého odrazu je dokonalá koordinace všech svalů. U odrazu rozlišujeme amortizační část – je přípravou pro odraz, svaly DK pracují v excentrickém režimu. Poté následuje část přechodová, nakonec je odraz ukončen částí akční, ve které dochází k rychlému dopnutí ve všech kloubech s doprovodným pohybem paží (Skopová & Zítko, 2008).

Co se týká metody rozvoje odrazové síly, patří k jedné z nejobtížnějších. Problém tkví v požadované rychlosti pohybu a dosažení co nejvyšší svalové tenze v co nejkratším čase (Dovalil et al., 2009).

K docílení rozvoje odrazové síly je potřeba správného tréninku. Mezi dva úkoly odrazové přípravy patří zvýšení úrovně svalové síly nohou a osvojení si techniky odrazu. Trénink odrazu je dobře realizován formou rozmanitého výběru překonávání překážek (Křištofič, 2004).

Odrazová cvičení se dělí podle účinku do čtyř hlavních skupin:

- 1) cvičení na rozvoj odrazové vytrvalosti: přeskoky přes švihadlo, prvky atletické abecedy (liftink, skipink, koleso apod.)
- 2) cvičení na rozvoj svalové síly: podřepy na chodidlech, výpony snožné na žebřinách, z podřepu skok a doskok do podřepu aj.
- 3) cvičení na rozvoj reaktivních schopností DK: opakované skoky odrazem snožmo přes 5-10 překážek (s meziskokem i bez něj), opakované výskoky a seskoky na bednu
- 4) cvičení na rozvoj komplexu speciálních odrazových schopností: opakované poskoky snožmo s pohybem vpřed, seskok z vyšší plochy a kotoul letmo

(Skopová & Zítko, 2005).

### **3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

#### **3.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit odrazovou sílu dolních končetin u vybrané skupiny plavců pomocí testů na suchu i ve vodě.

#### **3.2 Dílčí cíle**

- Zjistit, jaká je souvislost mezi jednotlivými testy.
- Porovnat výsledky testů mezi chlapci a dívkami.

#### **3.4 Výzkumné otázky**

VO<sub>1</sub>: Je mezi jednotlivými testy signifikantní vztah?

VO<sub>2</sub>: Mezi jakými testy je korelace nejsilnější?

VO<sub>3</sub>: Jsou u chlapců lepší výsledky testů než u dívek na suchu i ve vodě?

## 4 METODIKA

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo celkem 16 plavců z Plaveckého klubu Pardubice. Mezi nimi bylo 9 chlapců a 7 dívek ve věku  $14,25 \pm 1,25$  let. Na začátku testování bylo plavců 18, ale jeden z nich se zúčastnil pouze jednoho testování, a druhý si stěžoval na bolest kotníku, tudíž tito dva plavci byli z testování vyřazeni. Všichni plavci navštěvují pravidelné tréninky a jednou ročně se účastní týdenního soustředění. Několik z nich už dosáhlo za jejich krátkou sportovní kariéru několika slušných výsledků v MČR žactva a dorostu.

### 4.2 Výzkumné metody a techniky

#### a) testování na suchu

Ke zjišťování odrazové síly bylo použito několik testů. Plavcům se měřila výška jejich vertikálního skoku pomocí vertikální plošiny HUR (Obrázek 14). Druhým testem na suchu byl skok daleký z místa odrazem snožmo. Ve vodě se konalo měření času v 5 a 10 metrech s tím, že jednou se plavci odráželi od stěny a podruhé skákali ze startovních bloků.



Obrázek 14. Vertikální plošina HUR (převzato z <https://hurhelse.no/product/spenst/>).

Na vertikální plošině se prováděl odraz takzvaným squat jumpem (SJ), což je výskok z podřepu, který měří výbušnou sílu dolních končetin (DK). Před zahájením samotného měření si každý z plavců vyzkoušel jeho správnou techniku provedení (Obrázek 15).

Testovaný zaujme pozici na desce (nohy jsou od sebe na šířku ramen) tak, aby kolena svírala úhel 90°. Ruce jsou dané v bok, při samotném výskoku si jimi tudíž testovaný nijak nepomáhá. Z této pozice se pak vyskočí přímo vzhůru, nejvýš, jak jen to jde. Každému plavci byly měřeny celkem tři pokusy, mezi kterými byla vždy krátká pauza. Vybrán byl ten nejlepší z nich.



Obrázek 15. Technika SJ (převzato z <http://www.hurlabs.com/jump-platforms>).

Druhým testem na suchu byl skok z místa odrazem snožmo, který byl proveden přesně podle Psotty (2006) následujícím způsobem. Před zahájením testování každý provedl pár zkušebních skoků, pak se testovaly celkem 3 skoky, z nichž vybrán byl také ten nejlepší. Tento test měří výbušnou sílu DK. Testovaný opět stojí v základním postavení, kdy má nohy od sebe na šířku pánve. Špičkami nohou je těsně u odrazové čáry. S podřepem za současného švihnutí pažemi se odrazí, s cílem doskočit co nejdále. Dopadá na chodidla a zůstává stát. Měří se poslední dotyk paty té nohy, která je blíže k odrazové čáře. Vzdálenost je měřena na kolmici. Pro lepší přehlednost posledního dotyku s podlahou si testované osoby vždy před skokem potřely křídou podrážku bot.

## b) testování ve vodě

Před samotným testováním proběhlo standardní rozplavání. Skok ze startovního bloku byl zvolen pro všechny stejný. Skákali takzvaným grab startem z mírného předklonu, neboť jeho provedení je velmi podobné technice, kterou se odráželi plavci při testech na suchu (odraz oběma nohama). Nejdříve proběhlo zkušební kolo, kde si každý vyzkoušel, jak má vypadat správná technika odrazu, a po schválení se každému jednotlivci měřily dva pokusy.

Časy měřili vždy 3 časoměřiči pomocí ručních digitálních stopek stejné značky i druhu – Manutan Timer (Obrázek 16), a to z důvodu eliminace chyb. Aby se lépe měřily časy v daných vzdálenostech, vyskládaly se puky pod vodou do přímky pro lepší viditelnost úseků v 5 a 10 metrech, a to také kvůli eliminaci případných chyb v měření. Takto bylo téměř jasně vidět, jakmile plavci protнули svými prsty pomyslnou přímku, kterou tvořila rovina puků pod hladinou.

Start byl zahájen na časový signál měřiče, který postupně odpočítával čas slovy „tři, dva, jedna, teď“. Všichni plavci byli povzbuzováni k dobrým výsledkům. Čas měřiče, který se nejvíce lišil od těch dvou z daného měření, se vždy vyřadil a tyto zbylé časy se zprůměrovaly. Všichni plavci byli zcela informováni o účelu měření.



Obrázek 16. Manutan Timer (převzato z <https://www.manutan.cz/cs/mcz/digitalni-stopky-manutan-timer>).

### **4.3 Realizace výzkumu**

Výzkum se konal celkem na třech místech. Koncem srpna 2017 probíhalo soustředění v Olomouci, kde jim byl v Aplikačním centru BALUO změřen vertikální skok. V polovině září bylo v pardubické Sokolovně provedeno měření skoku dalekého z místa odrazem snožmo. A začátkem listopadu byli plavci testováni ve vodě, v Plaveckém bazénu Pardubice, čili v prostředí, na které jsou všichni plavci zvyklí.

### **4.4 Statistické zpracování dat**

Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí softwaru Statistica 13.4 (Tibco Software, 2018). Naměřené hodnoty byly podrobeny korelační analýze, která určuje míru závislosti dvou porovnávaných souborů. Hladina statistické významnosti byla stanovena na  $p < 0,05$ . Pro zjištění rozdílů mezi výkony dívek a chlapců byl zvolen Studentův t-test. U celkového souboru i podsouborů byly vypočteny základní deskriptivní charakteristiky. Pro vizualizaci a analýzu dat byly použity tabulky a grafy v nástroji Microsoft Excel.

## 5 VÝSLEDKY

Nejdříve se podíváme postupně na celý soubor jako na celek a poté porovnáme jednotlivé rozdíly mezi dívkami a chlapci.

### 5.1 Výška/hmotnost

Jako první se budeme zabývat výškou a hmotností, která je velmi důležitá pro porovnání a která hraje velkou roli v konečných výsledcích testů.

Níže je k vidění tabulka, ve které jsou uvedeny údaje v pořadí, v jakém se testované osoby chodily postupně měřit a vážit. Vysoká a zároveň nízká čísla jsou odlišena různým odstínem dané barvy.

Tabulka 4. Výška a hmotnost plavců

| POHLAVÍ A ČÍSELNÉ ROZLIŠENÍ | VÝŠKA (cm) | HMOTNOST (kg) |
|-----------------------------|------------|---------------|
| chlapec 1                   | 153        | 35            |
| dívka 1                     | 151        | 41            |
| chlapec 2                   | 178        | 57            |
| chlapec 3                   | 162        | 57            |
| chlapec 4                   | 188        | 77            |
| dívka 2                     | 160        | 48            |
| dívka 3                     | 165        | 52            |
| chlapec 5                   | 155        | 38            |
| dívka 4                     | 164        | 50            |
| chlapec 6                   | 167        | 51            |
| dívka 5                     | 156        | 44            |
| chlapec 7                   | 168        | 55            |
| chlapec 8                   | 168        | 54            |
| chlapec 9                   | 188        | 77            |
| dívka 6                     | 156        | 37            |
| dívka 7                     | 160        | 46            |

Nyní se podívejme na tabulky, které jsou již zvlášť rozděleny na výsledky jak celkového souboru, tak i dívek a chlapců. Je v nich už zahrnutý kromě výšky a váhy jejich věk a BMI. Tabulky ukazují průměrné, minimální a maximální výsledky, spolu se směrodatnou odchylkou.

Tabulka 5. Hodnoty celého souboru

| <b>CELÝ SOUBOR (n = 16)</b>           | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|---------------------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| věk [roky]                            | 14,25    | 13,00      | 16,00      | 1,25      |
| výška [cm]                            | 164,94   | 151,00     | 188,00     | 11,29     |
| hmotnost [kg]                         | 51,19    | 35,00      | 77,00      | 12,26     |
| BMI [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] | 18,60    | 15,20      | 19,10      | 2,02      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka.

Tabulka 6. Hodnoty dívek

| <b>DÍVKY (n = 7)</b>                  | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|---------------------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| věk [roky]                            | 14,00    | 13,00      | 16,00      | 1,00      |
| výška [cm]                            | 158,86   | 151,00     | 165,00     | 4,91      |
| hmotnost [kg]                         | 45,43    | 37,00      | 52,00      | 5,22      |
| BMI [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] | 18,11    | 15,20      | 19,10      | 1,25      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka.

Tabulka 7. Hodnoty chlapců

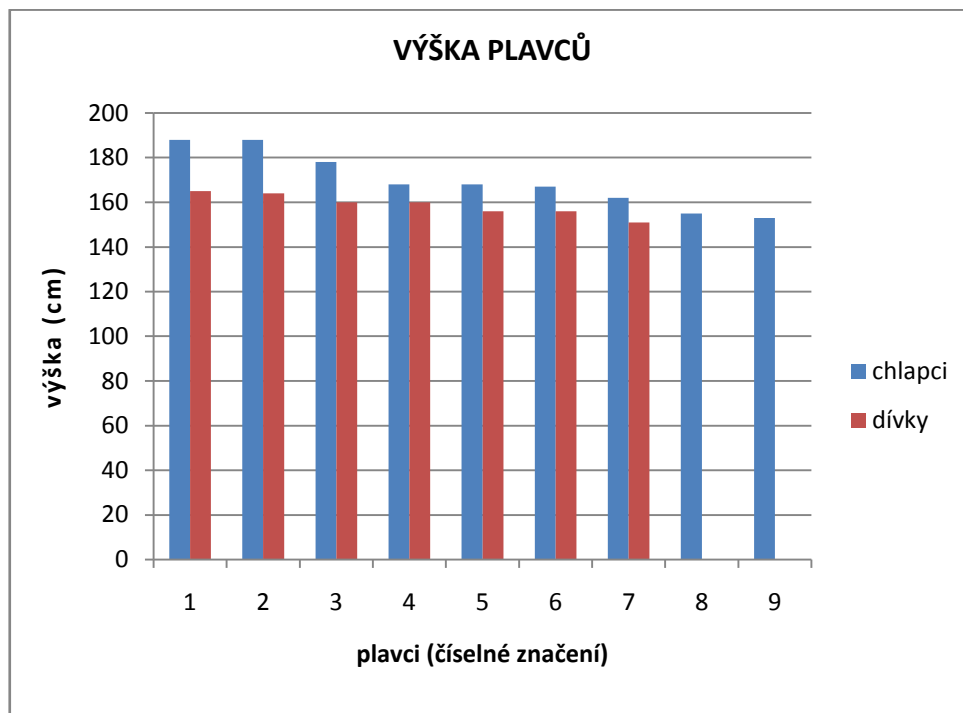
| <b>CHLAPCI (n = 9)</b>                | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|---------------------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| věk [roky]                            | 14,40    | 13,00      | 16,00      | 1,36      |
| výška [cm]                            | 169,67   | 153,00     | 188,00     | 12,78     |
| hmotnost [kg]                         | 55,67    | 35,00      | 77,00      | 14,48     |
| BMI [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] | 19,00    | 15,00      | 21,80      | 2,38      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka.

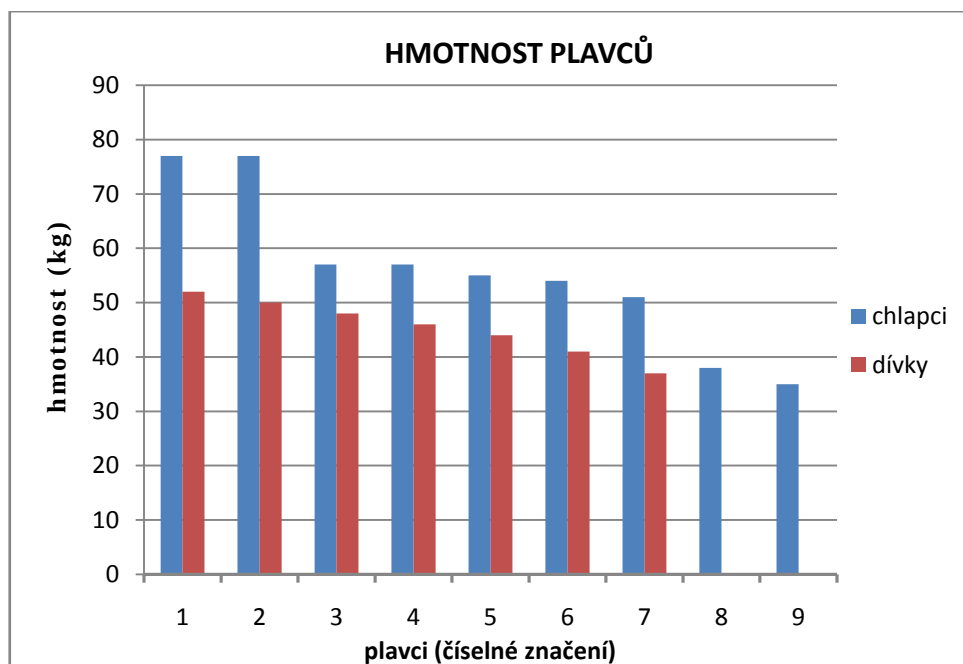
Co se týče věku, ten se u dívek a chlapců nijak zásadně nelišil. Chlapci ale byli celkově vyšší a měli i vyšší hmotnost. Nejvyšší chlapec měřil 188 cm a vážil 77 kg, což je zároveň nejvíce z celkového souboru. Nejmenší hmotnost ze všech plavců patří však jednomu z chlapců. Když se podíváme na směrodatnou odchylku, ta říká, že dívky byly

jako soubor více homogenní, neboť mezi nimi nejsou tak velké rozdíly, jako právě u chlapců.

Následující grafy slouží pro lepší přehlednost rozdílů u výšky a váhy mezi dívkami a chlapci. Zde jsou už hodnoty plavců seřazeny podle pořadí od největší po nejmenší.



Obrázek 17. Výška sledovaných plavců



Obrázek 18. Hmotnost sledovaných plavců

## 5. 2 Vertikální skok/skok z místa odrazem snožmo

Tato podkapitola se bude věnovat výsledkům z měření testů na suchu, tedy vertikálního skoku a skoku z místa odrazem snožmo. Postup je podobný předešlé kapitole. Nejprve jsou k vidění výsledky ztvárněné tabulkou, která je srovnaná dle pořadí, v jakém byl náš soubor vedený na papíře.

Tabulka 8. Výsledky testů realizovaných na suchu u jednotlivých plavců

| POHLAVÍ<br>ROZLIŠENÍ | A | ČÍSELNÉ | VERTIKÁLNÍ SKOK<br>(cm) | SKOK Z MÍSTA<br>(cm) |
|----------------------|---|---------|-------------------------|----------------------|
| chlapec 1            |   |         | 25,35                   | 209                  |
| dívka 1              |   |         | 28,50                   | 191                  |
| chlapec 2            |   |         | 31,68                   | 215                  |
| chlapec 3            |   |         | 24,68                   | 190                  |
| chlapec 4            |   |         | 42,13                   | 232                  |
| dívka 2              |   |         | 24,74                   | 188                  |
| dívka 3              |   |         | 33,23                   | 206                  |
| chlapec 5            |   |         | 43,83                   | 219                  |
| dívka 4              |   |         | 28,33                   | 193                  |
| chlapec 6            |   |         | 40,05                   | 231                  |
| dívka 5              |   |         | 25,08                   | 208                  |
| chlapec 7            |   |         | 38,62                   | 226                  |
| chlapec 8            |   |         | 35,97                   | 217                  |
| chlapec 9            |   |         | 38,25                   | 237                  |
| dívka 6              |   |         | 27,14                   | 196                  |
| dívka 7              |   |         | 24,87                   | 209                  |

Nyní se opět podrobněji podíváme na jednotlivé tabulky, které odhalují nejdříve výsledky celkové souboru, poté až jednotlivé srovnání mezi dívkami a chlapci.

Tabulka 9. Hodnoty z testování na suchu u celkového souboru

| <b>CELÝ SOUBOR (n = 16)</b> | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|-----------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| vertikální skok [cm]        | 32,03    | 24,68      | 43,83      | 6,86      |
| skok z místa [cm]           | 210,44   | 188,00     | 237,00     | 15,95     |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

Tabulka 10. Hodnoty z testování na suchu u dívek

| <b>DÍVKY (n = 7)</b> | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|----------------------|----------|------------|------------|-----------|
| vertikální skok [cm] | 27,41    | 24,74      | 33,23      | 3,03      |
| skok z místa [cm]    | 198,71   | 188,00     | 209,00     | 8,75      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

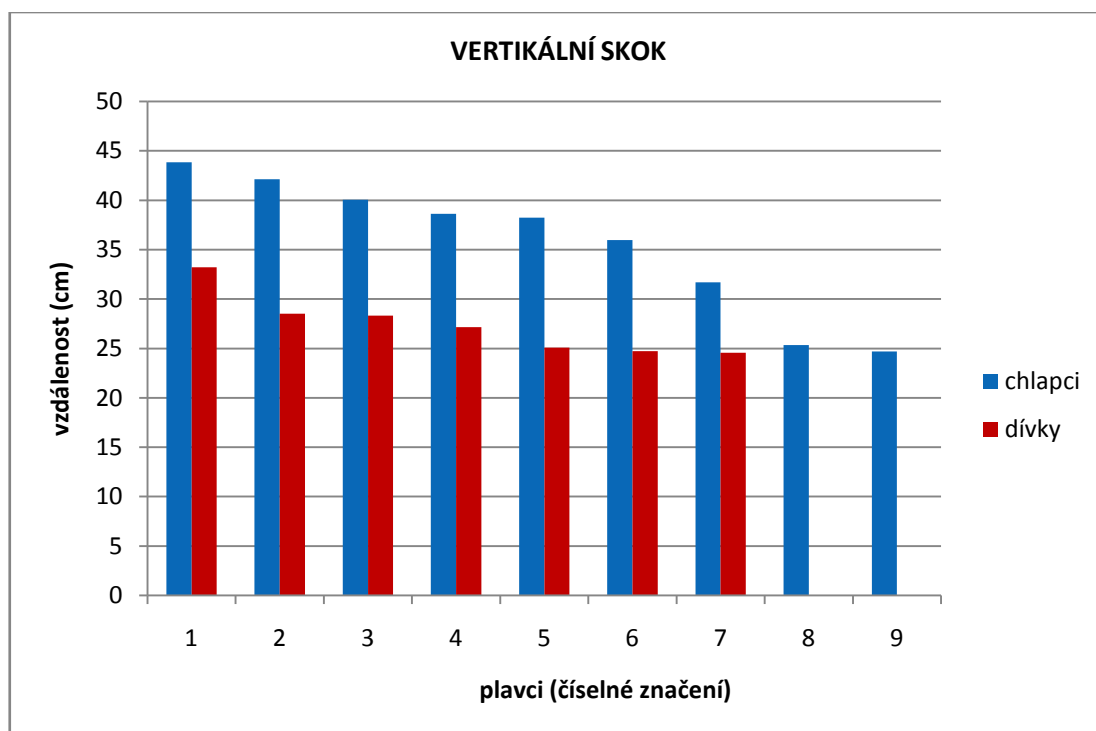
Tabulka 11. Hodnoty z testování na suchu u chlapců

| <b>CHLAPCI (n = 9)</b> | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| vertikální skok [cm]   | 35,62    | 24,68      | 43,83      | 6,95      |
| skok z místa [cm]      | 219,56   | 190,00     | 237,00     | 14,34     |

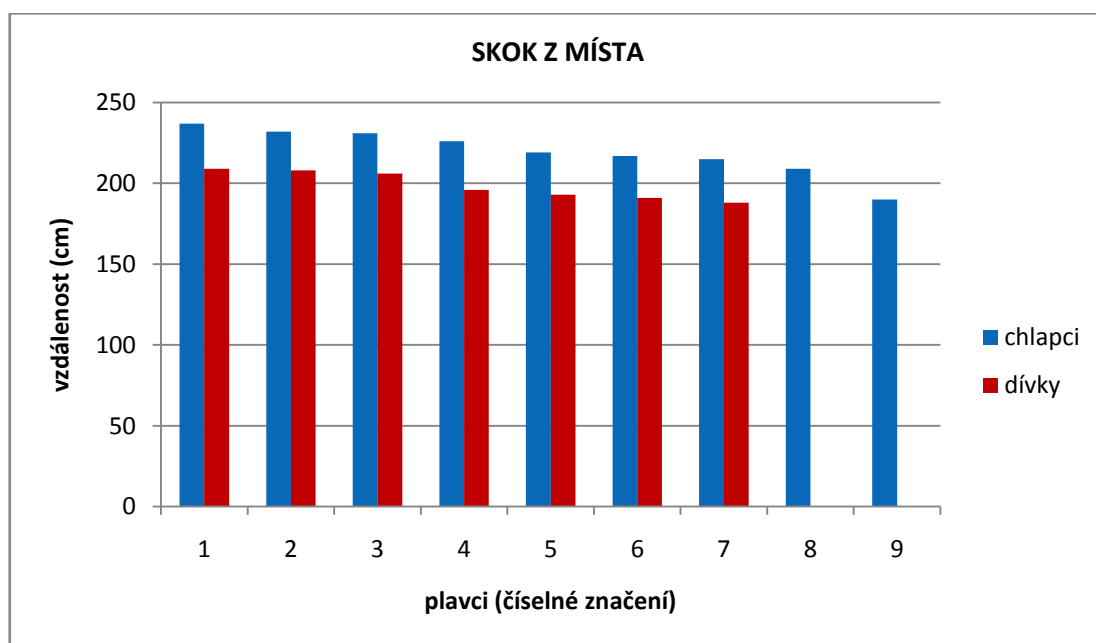
Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

Z tabulek je zřejmé, že chlapci dosahovali značně lepších výsledků než dívky. Nejlepším naměřeným výkonem u vertikálního skoku je téměř 44 cm, u skoku z místa pak 237 cm. Nejslabší výkony jsou však u dívek a chlapců velmi podobné. Z tabulek lze vyčíst, že u chlapců je o mnoho větší směrodatná odchylka - výkony na suchu jsou u dívek tedy vyrovnanější, kdežto u chlapců jsou mnohem větší rozdíly mezi jednotlivými výkony.

Zde vidíme výsledky zanesené do grafů, seřazené od největšího k nejmenšímu.



Obrázek 19. Výsledky jednotlivých plavců z vertikálního skoku



Obrázek 20. Výsledky jednotlivých plavců ze skoku z místa do dálky odrazem snožmo

### 5.3 Testování ve vodě

Ve vodě byl plavcům měřen čas v 5 a 10 metrech. Dva pokusy byly věnované skoku z bloku a další dva pokusy se plavci odrazeli od stěny. Podle Blanskybo et al (2002) se start počítá po dosažení desetimetrové hranice. Tato vzdálenost se také ukázala jako hraniční pro splývání. Někdo už měl potřebu se nadechnout a jiní už by museli navázat na splývání dalšími pohyby, aby do této vzdálenosti doplávali. Z předešlých důvodů několik plavců (2 dívky, 4 chlapci) odrazem od stěny do 10 m o malý kousek nedosplývalo, byl jim proto pro následné statistické analýzy (korelace) přidělen nejhorší čas (15 s).

Tabulka 12. Výsledky testů realizovaných ve vodním prostředí u jednotlivých plavců

| POHLAVNÍ A<br>ČÍSELNÉ<br>ROZLIŠENÍ | SKOK Z BLOKU<br>(M) | SKOK Z<br>BLOKU (M) | ODRAZ OD<br>STĚNY (M) | ODRAZ OD<br>STĚNY (M) |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                    | 5 m (s)             | 10 m (s)            | 5 m (s)               | 10 m (s)              |
| chlapec 1                          | 1,41                | 8,85                | 3,46                  | 15,00                 |
| dívka 1                            | 1,42                | 5,43                | 3,16                  | 13,47                 |
| chlapec 2                          | 1,54                | 6,07                | 3,18                  | 11,77                 |
| chlapec 3                          | 1,81                | 5,78                | 2,91                  | 13,41                 |
| chlapec 4                          | 1,53                | 4,32                | 2,39                  | 8,61                  |
| dívka 2                            | 1,56                | 7,25                | 2,58                  | 15,00                 |
| dívka 3                            | 1,78                | 6,01                | 2,81                  | 10,42                 |
| chlapec 5                          | 1,72                | 5,42                | 3,45                  | 15,00                 |
| dívka 4                            | 1,91                | 6,25                | 3,31                  | 10,66                 |
| chlapec 6                          | 1,48                | 6,03                | 2,71                  | 15,00                 |
| dívka 5                            | 1,87                | 6,34                | 3,17                  | 11,04                 |
| chlapec 7                          | 1,41                | 4,89                | 2,21                  | 10,59                 |
| chlapec 8                          | 1,34                | 7,51                | 2,84                  | 15,00                 |
| chlapec 9                          | 1,31                | 4,64                | 1,89                  | 8,99                  |
| dívka 6                            | 1,57                | 7,44                | 3,47                  | 15,00                 |
| dívka 7                            | 1,52                | 6,32                | 2,83                  | 11,51                 |

Poznámka: M = aritmetický průměr

Nyní se podívejme na tabulky, obsahující průměrné, minimální a maximální hodnoty, také se směrodatnou odchylkou.

Tabulka 13. Výsledky testů realizovaných ve vodním prostředí z celkového souboru

| <b>CELÝ SOUBOR (n = 16)</b> | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|-----------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| skok z bloku (5 m) [s]      | 1,57     | 1,31       | 1,91       | 0,19      |
| skok z bloku (10 m) [s]     | 6,16     | 4,32       | 8,85       | 1,17      |
| odraz od stěny (5 m) [s]    | 2,90     | 1,89       | 3,47       | 0,46      |
| odraz od stěny (10 m) [s]   | 12,52    | 8,61       | 15,00      | 2,33      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

Tabulka 14. Výsledky testů realizovaných ve vodním prostředí u dívek

| <b>DÍVKY (n = 7)</b>      | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|---------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| skok z bloku (5 m) [s]    | 1,66     | 1,42       | 1,91       | 0,19      |
| skok z bloku (10 m) [s]   | 6,43     | 5,43       | 7,44       | 0,70      |
| odraz od stěny (5 m) [s]  | 3,01     | 2,58       | 3,47       | 0,32      |
| odraz od stěny (10 m) [s] | 12,42    | 10,42      | 15,00      | 2,01      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

Tabulka 15. Výsledky testů realizovaných ve vodním prostředí u chlapců

| <b>CHLAPCI (n = 9)</b>    | <b>M</b> | <b>min</b> | <b>max</b> | <b>SD</b> |
|---------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| skok z bloku (5 m) [s]    | 1,51     | 1,31       | 1,81       | 0,17      |
| skok z bloku (10 m) [s]   | 5,95     | 4,32       | 8,85       | 1,44      |
| odraz od stěny (5 m) [s]  | 2,78     | 1,89       | 3,46       | 0,54      |
| odraz od stěny (10 m) [s] | 12,60    | 8,61       | 15,00      | 2,68      |

Poznámka: M = průměr, min = minimum, max = maximum, SD = směrodatná odchylka

Časy mezi dívkami a chlapci se tolik neliší na první pohled, neboť se jedná o měření na krátkou vzdálenost. Lze si však všimnout, že chlapci mají o něco lepší výsledky než dívky, kromě odrazu od stěny na 10 m, kde jsou časy velmi podobné, ale tomu se budeme podrobněji věnovat v kapitole „Komparace výsledků mezi dívkami a chlapci“.

## 5.4 Korelace mezi jednotlivými testy

Korelací je vyjadřován vztah mezi dvěma testy. V případě, že se mezi dvěma testy projeví korelace, znamená to vysoce pravděpodobně, že tyto dva testy na sobě závisejí. V případě, že se korelační koeficient blíží hodnotě 0, jsou na sobě testy nezávislé. Naopak čím bližší je hodnota 1, tím více spolu testy souvisejí.

Podle Chrásky (1998) je závislost použitelná, když  $r = \pm 0,40$ . V Tabulce 16 vidíme, jak interpretuje různé velikosti koeficientů korelace.

Tabulka 16. Interpretace velikost koeficientu (podle Chrásky, 1998)

| Koeficient korelace    | Interpretace                           |
|------------------------|----------------------------------------|
| $ r  = 1$              | naprostá závislost (funkční závislost) |
| $1,00 >  r  \geq 0,90$ | velmi vysoká závislost                 |
| $0,90 >  r  \geq 0,70$ | vysoká závislost                       |
| $0,70 >  r  \geq 0,40$ | střední závislost                      |
| $0,40 >  r  \geq 0,20$ | nízká závislost                        |
| $0,20 >  r  \geq 0,00$ | slabá (nepoužitelná) závislost         |
| $ r  = 0$              | naprostá nezávislost                   |

I u korelací se nejprve podíváme, jak dopadly výsledky v celkovém souboru, poté až jednotlivě mezi dívkami a chlapci.

Tabulka 17. Korelace testů celkového souboru

| <b>celkový soubor<br/>n = 16</b>   | <b>vertikální skok</b> | <b>skok z místa odrazem snožmo</b> | <b>skok z bloku (5 m)</b> | <b>skok z bloku (10 m)</b> | <b>odraz od stěny (5 m)</b> |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>skok z místa odrazem snožmo</b> | r = 0,81**             |                                    |                           |                            |                             |
|                                    | p = 0,001              |                                    |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku (5 m)</b>          | r = -0,30              | r = -0,48                          |                           |                            |                             |
|                                    | p = 0,27               | p = 0,06                           |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku (10 m)</b>         | r = -0,59*             | r = -0,45                          | r = -0,03                 |                            |                             |
|                                    | p = 0,02               | p = 0,08                           | p = 0,90                  |                            |                             |
| <b>odraz od stěny (5 m)</b>        | r = -0,41              | r = -0,55*                         | r = 0,44                  | r = 0,57*                  |                             |
|                                    | p = 0,12               | p = 0,03                           | p = 0,08                  | p = 0,02                   |                             |
| <b>odraz od stěny (10 m)</b>       | r = -0,21              | r = -0,37                          | r = -0,13                 | r = 0,67*                  | r = 0,54*                   |
|                                    | p = 0,44               | p = 0,15                           | p = 0,64                  | p = 0,04                   | p = 0,03                    |

Poznámka: r = Pearsonův korelační koeficient, p = hladina významnosti, \*p < 0,05; \*\*p < 0,01

Z výsledků celkového souboru spolu koreluje celkem 6 dvojic testů. Tím se nám podařilo odpovědět na naši první výzkumnou otázku VO1, zda je mezi jednotlivými testy signifikantní vztah, a také zároveň na druhou výzkumnou otázku VO2, mezi kterými z nich je korelace nejsilnější. Vysoká pozitivní závislost se ukázala mezi vertikálním skokem a skokem z místa ( $r = 0,81$ ,  $p = 0,001$ ), což bylo tedy nejsilnější korelací v našem testování.

Pokud bychom porovnávali testy na suchu s testy ve vodě, zde se našly pouze dvě dvojice testů z celkového souboru, jež spolu korelovaly. A tím je jako první vertikální skok se skokem z bloku na 10 m. Tato negativní korelace je považována za

střední ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,02$ ). A druhý vztah se ukázal mezi skokem z místa a odrazem od stěny na 5 m, u kterého byla také nalezena střední korelace ( $r = -0,55$ ,  $p = 0,03$ ).

Dále skok z bloku (10 m) koreloval s odrazem od stěny jak na 5 metrů, tak i na 10 metrů ( $r = 0,57$ ,  $p = 0,02$ , respektive  $r = 0,67$ ,  $p = 0,04$ ). I tyto oba odrazy od stěny spolu souvisely, míra jejich vztahu byla stanovena koeficientem  $r = 0,54$ , při pravděpodobnosti  $p = 0,03$ .

U ostatních testů byly jen nízké či slabé a statisticky nevýznamné korelace, takže u nich bych byl velmi opatrný při tvrzení, že jedno testování ovlivňuje druhé. Téměř naprostá nezávislost se projevila mezi skokem z bloku na 5 metrů a skokem z bloku na 10 metrů ( $r = -0,03$ ,  $p = 0,90$ ) a též mezi skokem z bloku na 5 metrů a odrazem od stěny na 10 metrů ( $r = -0,13$ ,  $p = 0,64$ ).

Tabulka 18. Korelace mezi jednotlivými testy u dívek

| <b>korelace<br/>testů u dívek<br/>n = 7</b> | <b>vertikální skok</b> | <b>skok z místa odrazem snožmo</b> | <b>skok z bloku (5 m)</b> | <b>skok z bloku (10 m)</b> | <b>odraz od stěny (5 m)</b> |
|---------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>skok z místa odrazem<br/>snožmo</b>      | r = 0,06               |                                    |                           |                            |                             |
|                                             | p = 0,89               |                                    |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku<br/>(5 m)</b>               | r = 0,24               | r = 0,31                           |                           |                            |                             |
|                                             | p = 0,60               | p = 0,49                           |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku<br/>(10 m)</b>              | r = -0,45              | r = -0,21                          | r = -0,40                 |                            |                             |
|                                             | p = 0,31               | p = 0,65                           | p = 0,93                  |                            |                             |
| <b>odraz od stěny<br/>(5 m)</b>             | r = 0,07               | r = -0,08                          | r = 0,21                  | r = -0,03                  |                             |
|                                             | p = 0,89               | p = 0,86                           | p = 0,65                  | p = 1,00                   |                             |
| <b>odraz od stěny<br/>(10 m)</b>            | r = -0,39              | r = -0,66                          | r = -0,69                 | r = 0,60                   | r = 0,01                    |
|                                             | p = 0,39               | p = 0,11                           | p = 0,85                  | p = 0,15                   | p = 0,98                    |

Poznámka: r = Pearsonův korelační koeficient, p = hladina významnosti

U dívek jsme nenašli žádnou statisticky významnou korelaci mezi jednotlivými testy. Tuto skutečnost si vysvětlujeme zejména tím, že tento podsoubor tvořilo celkem pouze 7 dívek, což je pro statistiku velmi malý vzorek.

Odraz od stěny na 5 m s odrazem od stěny na 10 m vyšly skoro jako absolutně nezávislé proměnné, síla vztahu je téměř rovna nule.

U chlapeckého podsouboru vypadaly korelační vztahy následovně.

Tabulka 19. Korelace mezi jednotlivými testy u chlapců

| <b>korelace<br/>testů u chlapců<br/>n = 9</b> | <b>vertikální skok</b> | <b>skok z místa odrazem<br/>snožmo</b> | <b>skok z bloku (5 m)</b> | <b>skok z bloku (10 m)</b> | <b>odraz od stěny (5 m)</b> |
|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>skok z místa odrazem<br/>snožmo</b>        | r = 0,80**<br>p = 0,01 |                                        |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku<br/>(5 m)</b>                 | r = -0,16<br>p = 0,67  | r = -0,62<br>p = 0,07                  |                           |                            |                             |
| <b>skok z bloku<br/>(10 m)</b>                | r = -0,61<br>p = 0,08  | r = -0,48<br>p = 0,20                  | r = -0,20<br>p = 0,61     |                            |                             |
| <b>odraz od stěny<br/>(5 m)</b>               | r = -0,38<br>p = 0,32  | r = -0,61<br>p = 0,08                  | r = 0,47<br>p = 0,20      | r = 0,66*<br>p = 0,05      |                             |
| <b>odraz od stěny<br/>(10 m)</b>              | r = -0,27<br>p = 0,48  | r = -0,49<br>p = 0,18                  | r = 0,24<br>p = 0,54      | r = 0,74*<br>p = 0,02      | r = 0,76*<br>p = 0,02       |

Poznámka: r = Pearsonův korelační koeficient, p = hladina významnosti, \*p < 0,05; \*\*p < 0,01

Vysoká závislost v chlapeckém podsouboru se ukázala celkem mezi třemi dvojicemi testů. Nejvyšší z nich byla mezi vertikálním skokem a skokem z místa ( $r = 0,80$ ,  $p = 0,01$ ), což je téměř stejný výsledek jako v celkovém souboru. Dále mezi skokem z bloku na 10 metrů a odrazem od stěny na 10 metrů ( $r = 0,74$ ,  $p = 0,02$ ). A poslední vysoká korelace v chlapeckém souboru byla nalezena mezi odrazem od stěny na 5 metrů a odrazem od stěny na 10 metrů ( $r = 0,76$ ,  $p = 0,02$ ).

Na hranici statistické významnosti, neboť hladina  $p = 0,05$  je závislost mezi skokem z bloku na 10 metrů a odrazem od stěny na 5 metrů, kde míra síly vztahu je vyjádřena  $r = 0,66$ . Avšak spolu s výsledky podsouboru dívek se tyto hodnoty již celkového souboru mění. Zde, jak již bylo výše uvedeno, je už korelace statisticky signifikantní ( $r = 0,57$ ,  $p = 0,02$ ).

## 5. 5 Komparace výsledků mezi dívkami a chlapci

Tato kapitola se týká komparace výsledků mezi dívkami a chlapci. Porovnání je vyjádřeno pomocí Studentova t-testu, díky němuž budeme schopni odpovědět na naši poslední výzkumnou otázku VO3, zda jsou u chlapců lepší výsledky testů než u dívek na suchu i ve vodě.

Tabulka 20. Komparace mezi dívkami a chlapci

| DÍVKY VS CHLAPCI      | t      | p     |
|-----------------------|--------|-------|
| výška                 | 2,11*  | 0,05  |
| hmotnost              | 1,77   | 0,10  |
| vertikální skok       | 2,90*  | 0,01  |
| skok z místa          | 3,37** | 0,004 |
| skok z bloku (5 m)    | 1,74   | 0,10  |
| skok z bloku (10 m)   | 0,82   | 0,43  |
| odraz od stěny (5 m)  | 1,14   | 0,27  |
| odraz od stěny (10 m) | 0,13   | 0,90  |

Poznámka: t = t-test, p = hladina významnosti, \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

Statisticky významné difference mezi výsledky chlapců a dívek byly nalezeny pouze u testů na suchu, čili u vertikálního skoku ( $t = 2,90$ ,  $p = 0,01$ ) a skoku z místa ( $t = 3,37$ ,  $p = 0,004$ ). U vertikálního skoku chlapci byli v průměru lepší o 8,21 cm. U skoku z místa do dálky odrazem snožmo také dominovali, zde byl rozdíl dokonce o 20,85 cm.

Na začátku kapitoly „Výsledky“ jsou znázorněny tabulky a grafy všech naměřených hodnot. Průměrná výška dívek je o 10,81 cm menší, než u chlapců. U jejich tělesné výšky jsou rozdíly na hranici statistické významnosti, kde  $t = 2,11$  a  $p = 0,05$ . Ačkoliv je náš celkový soubor ve věku 13-16 let, kde jsme předpokládali, že by mezi dívkami a chlapci měly být na první pohled viditelné tělesné difference, u hmotnosti nebyly nalezeny signifikantní rozdíly. Tento důsledek si také vysvětlujeme příčinou malého počtu celkového souboru.

Co se týká výsledků testování ve vodě, tak u odrazu z bloku (5 m) byli chlapci rychlejší o 0,15 s a u odrazu od stěny (5 m) to bylo o 0,23 s. To platí i u skoku z bloku na 5 metrů, kde mají chlapci lepší průměrné výsledky až o 0,48 s. Avšak u jakého testu byli chlapci horší než dívky, to je odraz od stěny na 10 m, za což může rozhodně už jen ten fakt, že 4 chlapci do této vzdálenosti ani nedosplývali. Časy u odrazu od stěny na 10 m jsou u chlapců a dívek velmi podobné, rozdíly mezi nimi se tudíž smazávají.

Rozdíly průměrných hodnot ve vodě jsou velmi nízké, a tudíž nejsou statisticky signifikantní, a to zejména právě u odrazu od stěny na 10 metrů, kde podle t-testu nebyly téměř žádné rozdíly. Konkrétně u tohoto jediného testování dosáhly dívky průměrně lepších výsledků než chlapci (o 0,16 s byly rychlejší).

Tím se dostáváme k odpovědi na naši výzkumnou otázku - zda budou chlapci lepší ve výsledcích jak na suchu, tak i ve vodě. Odpověď tedy zní, že nikoli. Na suchu sice chlapci dosahovali značně lepších výsledků oproti dívkám, ve vodním prostředí však významné rozdíly nalezeny nebyly.

## 6 DISKUZE

Odraz DK je velmi důležitý pro plavce, a to zejména u startů a obrátek, u kterých jim může pomoci k lepšímu celkovému času. Hlavním cílem této práce bylo zjistit odrazovou sílu DK u plavců. Ta se dá měřit různými testy, v naší práci jsme vybrali celkem 4 testy, dva na suchu a dva přímo ve vodě. Na suchu se jednalo o vertikální skok a skok do dálky z místa odrazem snožmo. Ve vodě se testovaným plavcům měřil čas v 5 a 10 metrech. Nejdříve se odráželi od stěny a poté skákali ze startovních bloků.

V kapitole „Výsledky“ jsme poté zjišťovali vztahy mezi jednotlivými testy. Také jsme porovnávali výsledky všech testů mezi dívkami a chlapci, jestli byly podobné nebo se naopak lišily. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu a t-testu jsme byli schopni odpovědět na výzkumné otázky a splnit tak cíle naší práce. Zjistili jsme, že mezi několika testy byl statisticky významný vztah. Největší korelace byla mezi testy na suchu, tedy mezi vertikálním skokem a skokem do dálky z místa odrazem snožmo ( $r = 0,81$ ,  $p = 0,001$ ). Díky výsledku této vysoké korelace mezi vertikálním skokem a skokem z místa do dálky odrazem snožmo se nabízí otázka, zda je nutné nechávat plavcům měřit výskok pro zjištění velikosti explozivní síly DK zrovna na vertikální plošině, když to můžeme zjistit snadněji, a to pomocí jednoduchého skoku z místa odrazem snožmo.

Avšak u dívčího podsouboru nebyla zjištěna žádná korelace mezi jednotlivými testy. V první řadě to dáváme za vinu nepochybně malé velikosti tohoto podsouboru. Dále se můžeme domnívat, že je to dané dívčí technikou či jejich pohybovou diskoordinací – dívkám mohou jít lépe skoky do výšky než do dálky či naopak.

Co se týče komparace mezi dívkami a chlapci, tam jsme dospěli k závěru, že u testů na suchu byly rozdíly signifikantní, avšak ve vodě (konkrétně u odrazu od stěny na 10 m) se nijak významně nelišily, za což určitě může už jen ten fakt, že 4 chlapci do této vzdálenosti odrazem od stěny nedosplývali. To, že rozdíly nebyly signifikantní, připisujeme dále tomu, že u dívek se už projevily biologické faktory dospívání. Jejich postava je typicky ženská v bocích - takzvaný „kapičkovitý tvar“, díky němuž mají lepší hydrodynamiku, neboť zmenšuje odpor ve vodě, což potvrzuje i Motyčka et al. (2011), který uvádí, že u žen je technika plavání účinnější než u mužů. Ženy plavou totiž

plynuleji a nemusejí vykonávat tak velké množství svalové síly jako muži. Že se tato teorie nepotvrdila i u skoku z bloku na 10 metrů, si vysvětlujeme tím důvodem, že chlapci zde mohli využít svého většího odrazu z bloku, čímž se logicky mohli ponořit do vody o kousek dál než dívky, kdežto u odrazu od stěny tuto „výhodu“ neměli.

Několik dalších studií se zabývalo podobnou problematikou jako naše práce. Zjišťovaly vztah mezi výkonem na suchu a plaveckým startovním výkonem. Lišily se však určitým měřením testů, či jinou technikou provedení.

Naše studie se liší od těch ostatních například tím, že jsme měřili ve vodě pouze splývání, bez možnosti navázání pohybů. Z toho důvodu také byla zvolena maximální vzdálenost v 10 metrech. Abychom se vyhnuli tomu, že u delší vzdálenosti už by každý byl nucen použít plaveckou techniku, která je u jednotlivých plavců individuální, což by také mohlo zkreslit naše testování. Ono už jen samotné splývání se u plavců samozřejmě liší. Hrají zde roli i tělesné proporce jedince - výsledek se může odvíjet od velikosti paží či šířky ramen u plavce.

Několik studií ukázalo, že síla DK hraje důležitou roli při plaveckém výkonu, zejména u těch sprinterských.

West et al. (2011) provedli testování, kterého se účastnilo 11 britských sprinterů ve věku  $21,3 \pm 1,7$  let. Byly jim měřeny dva testy na suchu, konkrétně CMJ (countermovement jump) na vertikální plošině a RM (repetition maximum) test na dřepy. Ve vodě se plavcům měřil čas v 15 m při plavání na 50 m volným způsobem. Jejich startovní čas signifikantně koreloval s 1RM silou ( $r = -0,74$ ). Korelace byla prokázána i s výskokem do výšky ( $r = -0,69$ ).

Statisticky signifikantní korelace se také ukázala ve studii Miyashii et al. (1992), konkrétně u 57 testovaných plavců. Tentokrát testování probíhalo mezi plaveckým výkonem na 5 m a silou DK v extenzi ( $r = -0,76$ ,  $p = 0,01$ ). Japonští závodníci byli testováni na 25 m, při kterém mohli používat volný způsob či motýlek. Vše bylo zaznamenáno vysokorychlostní kamerou. U mužů byla podle očekávání naměřena větší síla, jelikož mají více svalové hmoty než ženy.

Garcia et al. (2006) našli několik signifikantních korelací mezi SJ a CMJ s časem na 5 m a 10 m (track start). Měřili 20 mezinárodních ženských plavkyň ve věku  $15,3 \pm 1,6$  let. U měření ve vodě použili také dvě podvodní kamery, které byly synchronizovány se startovním signálem. Statisticky významná korelace byla zjištěna mezi SJ a časem na 5 metrů ( $r = -0,56$ ,  $p = 0,01$ ).

Beretic et al. (2013) ve své publikaci měřili 27 vysoce trénovaných závodních plavců ve věku  $21,1 \pm 4,3$  let, u nichž byly provedeny dva pokusy měření síly extenzorů DK pomocí dynamometru (izometrickou kontrakcí) a tři pokusy ve vodě na 10 m s použitím motýlkového kopu. Výsledkem byla signifikantní korelace mezi těmito testy ( $r = -0,559$ ,  $p = 0,002$ ).

Tito předešlí autoři tedy potvrzují fakt, že plavecký odraz je ovlivněn v nějaké míře velikostí odrazové síly DK. A jako poslední studii uvedeme Benjanuvatru et al. (2007), kde zkoumali vzájemnost grab startů (u sprintu na 25 m volným způsobem) s CJM a SJ u 9 elitních a 7 rekreačních plavkyň. Signifikantní korelace v 5 m byla nalezena pouze u těch rekreačních (CMJ:  $r = -0,955$ , SJ:  $r = -0,920$ ). U elitních plavců se prokázala korelace jen mezi SJ do dálky a plaveckým časem na 15 m ( $r = -0,724$ ).

Všechny tyto výše uvedené studie tedy vedou k indikaci, že větší síla DK by mohla vést ke zlepšení startu, potažmo plaveckého výkonu. Pro přehlednost sem přidávám tabulku s výsledky všech pěti vybraných studií.

Tabulka 21. Vztah mezi výkonem na suchu a plaveckým startovním výkonem

| <b>Autor (rok vydání)</b>    | <b>Účastníci</b>                              | <b>Vzájemná korelace</b>                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Benjanuvatrat et al.<br>2007 | 9 elitních, 7 rekreačních<br>(Ž)              | <b>T5m (kamera)</b><br>CMJ - JH: $r = -0,955^*$<br>SJ - JH: $r = -0,920^{**}$<br>(pouze u rekreačních plavců)<br><b>T15m (kamera)</b><br>SJ - JH: $r = -0,724^{**}$<br>(pouze u elitních plavců) |
| Beretic et al.<br>2013       | 27 mezinárodních sprinterů<br>(M)             | <b>T10m</b><br>Fmax: $r = -0,559^{**}$                                                                                                                                                           |
| Garcia-Ramos et al.<br>2006  | 20 mezinárodních plavců<br>(Ž)                | <b>T5m (kamera)</b><br>CMJ - TOV: $r = -0,62^{**}$<br>SJ - TOV: $r = -0,56^*$                                                                                                                    |
| Miyashita et al.<br>1992     | 69 národních a mezinárodních<br>plavců (M, Ž) | <b>T5m</b><br>MP: $r = -0,675^{**}$                                                                                                                                                              |
| West et al.<br>2011          | 11 mezinárodních sprinterů<br>(M)             | <b>T15m (kamera)</b><br>JH: $r = -0,69^*$<br><b>T15m</b><br>1RM: $r = -0,74^{**}$                                                                                                                |

Poznámky. M = muži; Ž = ženy; CMJ = countermovement jump; SJ = squat jump; TOV = take-off velocity; T5m = čas na 5 m; T10m = čas na 10 m; T15m = čas na 15 m; JH = jump height; RM = repetition maximum; Fmax = maximální síla extenzorů DK; MP = maximal power; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

V naší diplomové práci se v porovnání od většiny zmiňovaných studií sice nepotvrdil tak vysoký signifikantní vztah mezi plaveckým výkonem a výkonem u silových cvičení na suchu, ale našly se dvě dvojice testů z celkového souboru, u kterých se projevila střední korelace. Vertikální skok koreloval se skokem z bloku na 10 m ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,02$ ) a skok z místa do dálky s odrazem od stěny na 5 m ( $r = -0,55$ ,  $p = 0,03$ ).

Mezi limity naší práce v první řadě patří malá velikost souboru, což je skutečnost, která velmi ovlivňuje výslednou korelaci i komparaci. I věkový rozdíl plavkyň a plavců mohl ovlivnit výsledek. Pro některé plavce bylo limitující, že nedokázali po odrazu od stěny dosplývat na 10 m, byl jim proto pro následné statistické analýzy přidělen nejhorší čas (15 s). Do limitů práce nepochybně spadají také technické důvody a lidský faktor. U měření stopkami se nedá zajistit přesné měření, v některých výjimečných případech se i stalo, že jeden z měřičů stiskl špatně tlačítko v 5 metrech, tudíž čas nepokračoval a plavec nebyl tedy změřen na úseku 10 metrů. Z toho důvodu se také měřilo ve třech lidech.

## 7 ZÁVĚRY

- Na suchu chlapci dosahovali značně lepších výsledků oproti dívkám. Průměrný vertikální skok u chlapců byl 35 cm, u dívek 27 cm. Nejlepší naměřený výkon činil 44 cm. U skoku dalekého z místa odrazem snožmo chlapci průměrně skákali 220 cm (nejlepší výkon 237 cm), dívky 199 cm. Co se týká výsledků testování ve vodě, zde byly průměrné časy obou podsouborů velmi podobné.
- Z výsledků celkového souboru spolu koreluje celkem 6 dvojic testů. U ostatních testů byly jen nízké či slabé a statisticky nevýznamné korelace.
- Nejvyšší závislost se ukázala mezi vertikálním skokem a skokem z místa ( $r = 0,81$ ,  $p = 0,001$ ).
- Co se týče porovnání testů na suchu a ve vodě, zde se našly pouze dvě dvojice testů z celkového souboru, u kterých byla statisticky významná souvztažnost. Vertikální skok koreloval se skokem z bloku na 10 m ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,02$ ) a skok z místa do dálky s odrazem od stěny na 5 m ( $r = -0,55$ ,  $p = 0,03$ ).
- Téměř naprostá nezávislost se projevila mezi skokem z bloku na 5 metrů a skokem z bloku na 10 metrů ( $r = -0,03$ ,  $p = 0,90$ ) a mezi skokem z bloku na 5 metrů a odrazem od stěny na 10 metrů ( $r = -0,13$ ,  $p = 0,64$ ).
- Vysoká závislost v chlapeckém podsouboru se ukázala celkem mezi třemi testy. Nejvyšší z nich byla mezi vertikálním skokem a skokem z místa ( $r = 0,80$ ,  $p = 0,01$ ), což je téměř totožné jako v celkovém souboru.
- Nepodařilo se potvrdit statisticky významný vztah mezi jednotlivými testy prováděné dívkami. Soubor byl z hlediska počtu příliš malý.
- Statisticky významné difference mezi výsledky chlapců a dívek byly nalezeny pouze u testů na suchu, čili u vertikálního skoku ( $t = 2,90$ ,  $p = 0,01$ ) a skoku z místa ( $t = 3,37$ ,  $p = 0,004$ ).
- Co se týče rozdílů u testů prováděných ve vodě mezi dívkami a chlapci, zde jejich časy byly velmi podobné, a rozdíly proto nejsou statisticky signifikantní, obzvlášť u odrazu od stěny na 10 m, kde nebyly téměř žádné rozdíly.
- Doporučení pro praxi: mezi vertikálním skokem a skokem dalekým z místa odrazem snožmo se ukázala vysoká korelace, proto nepovažují za zcela nutné používat oba testy ke zjištění odrazové síly. U rozvoje explozivní síly je dobré

nejdříve vytvoření silového základu pomocí posilovacích cviků na dolní končetiny, až poté zařadit odrazovou přípravu a cvičení charakteristická maximálním zrychlením, jež jsou uvedena v této práci. Vše je ovšem individuální, a proto je potřeba přihlížet k věku a trénovanosti daného sportovce.

## 8 SOUHRN

Odrazová (explozivní) síla je určitá schopnost, která se dá trénovat, a pokud plavec zlepší tuto odrazovou sílu, může mu pomoci ke zlepšení i v celkovém plaveckém výkonu. Stále se provádějí výzkumy, jak moc se projeví úroveň těchto schopností, čili do jaké míry se uplatní odraz ve vodě. Naše práce se pokouší přispět k získání informací, které by potvrdily nebo vyvrátily tento vztah.

Hlavním cílem práce bylo zjistit odrazovou sílu DK u plavců v průměrném věku  $14,25 \pm 1,25$  let pomocí testů na suchu i ve vodě. Dílčími cíli dále bylo zjistit, jaká je souvislost mezi těmito jednotlivými testy a zároveň porovnat výsledky testů mezi dívkami a chlapci.

Výzkumný soubor tvořilo celkem 16 plavců z Plaveckého klubu Pardubice. Mezi nimi bylo 9 chlapců a 7 dívek. Ke zjišťování jejich odrazové síly bylo použito několik testů. Plavcům se měřila výška jejich vertikálního skoku pomocí vertikální plošiny HUR. Druhým testem na suchu byl skok daleký z místa odrazem snožmo. Ve vodě se konalo měření času v 5 a 10 metrech. Nejdříve se plavci odráželi od stěny a poté skákali ze startovních bloků.

V kapitole „Výsledky“ jsme poté zjišťovali vztahy mezi jednotlivými testy. Také jsme porovnávali výsledky všech testů mezi dívkami a chlapci, jestli byly podobné nebo se naopak lišily. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu a t-testu jsme byli schopni odpovědět na výzkumné otázky a splnit tak cíle naší práce. Zjistili jsme, že mezi několika testy byl statisticky významný vztah.

Z celkového souboru spolu korelovalo celkem 6 dvojic testů. U ostatních testů nebyly nalezeny statisticky významné korelace. Nejvyšší závislost se ukázala mezi vertikálním skokem a skokem z místa ( $r = 0,81$ ,  $p = 0,001$ ).

Co se týká porovnání testů na suchu s testy ve vodě, zde se našly pouze dvě dvojice testů z celkového souboru, u kterých byla statisticky významná korelace. Vertikální skok koreloval se skokem z bloku na 10 m ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,02$ ) a skok z místa do dálky odrazem snožmo s odrazem od stěny na 5 m ( $r = -0,55$ ,  $p = 0,03$ ).

U komparace výsledků mezi dívkami a chlapci byly nalezeny statisticky významné difference pouze u testů na suchu, čili u vertikálního skoku ( $t = 2,90$ ,  $p =$

0,01) a skoku z místa ( $t = 3,37$ ,  $p = 0,004$ ). Na suchu sice chlapci dosahovali jednoznačně lepších výsledků oproti dívkám, ale ve vodě se rozdíl mezi dívkami a chlapci smazávaly. Zde jejich časy byly velmi podobné, zejména u odrazu od stěny na 10 metrů, kde nebyly téměř žádné signifikantní rozdíly.

Získané výsledky v této diplomové práci mohou dále posloužit někomu, kdo se bude zabývat podobnou problematikou v trenérské či učitelské praxi.

## 9 SUMMARY

Explosive strenght is a certain skill which can be practiced and if a swimmer improves this strenght it can help to improve his overall swim performance. Research is still under way on how much the level of these abilities will manifest in water. Our work tries to contribute to obtaining information that would confirm or refute this relationship.

The main aim of this work was to determine explosive strenght of lower limb in swimmers at the average age of  $14,25 \pm 1,25$  years using both dry and water tests. In addition, the goal was to find out what is the relationship between these tests and to compare the test results between girls and boys.

The research group consisted of 16 swimmers from the Pardubice Swimming Club. Among them were 9 boys and 7 girls. Several tests were used to determine their dynamic strenght. Vertical jump was measured to these swimmers using the vertical HUR platform. The second test on the dry land was the long jump from the standing position. In water, there was measured time to 5 and 10 meters. First time, the swimmers took off the wall and the second time they had jumped from the starting blocks.

Then, in the "Results" chapter, we investigated the relationships between the tests. We also compared the results of all tests between girls and boys, whether they were similar or different. Using Pearson's correlation coefficient and t-test, we were able to answer research questions to meet the goals of our work. We found that there was a statistically significant relationship between several tests.

A total of 6 test pairs from the total sample were correlated. For other tests, there were no statistically significant correlations. The highest dependence was found between vertical jump and jump from place ( $r = 0.81$ ,  $p = 0.001$ ). Concerning the comparison of dry tests with tests in water, there were only two pairs of tests in the total sample with a statistically significant correlation. The vertical jump correlated with the jump from block to 10 m ( $r = -0.59$ ,  $p = 0.02$ ) and the long jump from standing position with the take off from the wall to 5 m ( $r = -0,55$ ,  $p = 0,03$ ).

In comparison of results between girls and boys, statistically significant differences were found only in tests on the dry land, i.e. in the vertical jump ( $t = 2.90$ ,  $p = 0.01$ ) and the long jump from standing position ( $t = 3.37$ ,  $p = 0.004$ ).

While on the dry side the boys achieved clearly better results than girls, but in water the differences between girls and boys were erased. Here their times were very similar, especially at the take off from the wall to 10 meters where there were almost no significant differences.

The obtained results in this diploma thesis can also be used by someone who will deal with similar issues in coaching or teaching practice.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Bank, L. (1991). *Plavecký výcvik*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Benjanuvatra, N., Edmunds, K., & Blanksby, B. (2007). Jumping abilities and swimming grab-start performances in elite and recreational swimmers. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 1(3), 231-241. DOI: 10.25035/ijare.01.03.06
- Beretić, I., Đurović, M., Okičić, T., & Dopsaj, M. (2013). Relations between lower body isometric muscle force characteristics and start performance in elite male sprint swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(4), 639.
- Blanksby, B., Nicholson, N., & Eliot, B. (2002). Biomechanical analysis of the grab, track and handle swimming starts: an intervention study. *Sports Biomechanics*, 1(1), 11-24. DOI: 10.1080/14763140208522784
- Čechovská, I., & Miler, T. (2008). *Plavání* (2nd ed.). Praha: Grada.
- Čechovská, I., Jurák, D., & Pokorná, J. (2012). *Plavání: pohybový trénink ve vodě*. Praha: Karolinum.
- ČSPS. (2017). Pravidla plavání - novela 2017. Retrieved from: <https://www.czechswimming.cz/index.php/dokumenty/pravidla>
- Dovalil, J. et al. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Garcia-Ramos, A., Tomazin, K., Feriche, B., Strojnik, V., de la Fuente, B., Arguelles-Cienfuegos, & Stirn, I. (2016). The relationship between the lower body muscular profile and swimming start performance. *Journal of Human Kinetics*, 50, 157-165. doi:10.1515/hukin-2015-0152
- Havel, Z., Hnízdil, J., et al. (2009). *Rozvoj a diagnostika silových schopností*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně.
- Hofer, Z., et al. (2006). *Technika plaveckých způsobů*. 2nd ed. Praha: Univerzita Karlova.
- Chráška, M. (1998.) *Základy výzkumu v pedagogice*. 2nd ed. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Křištofič, J. (2004). *Gymnastická příprava sportovce*. Praha: Grada.
- Lukášek, M. (2014). Struktura sportovního výkonu v plavání. In P. Korvas & L. Bedřich (Eds.), *Struktura sportovního výkonu: učební texty pro studenty FSpS* (pp. 78-80). Brno: Masarykova univerzita.
- Macejková, Y. (2010). Teoreticko-didaktické východiska motoriky člověka vo vodnom prostredí. In Benčuriková, L., Macejková, Y. (Eds.), *Štúdium motoriky človeka vo vodnom prostredí. Vedecký zborník* (pp. 14-16). Bratislava: Univerzita Komenského, Fakulta telesnej výchovy a športu.
- Máček, M. (2005). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: ATVS Palestra.
- Maglischo, E., W. (2003) *Swimming fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McLeod, I. (2014). *Plavání. Anatomie*. Brno: CPress.
- Měkota, K., & Blahuš P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Měkota, K., & Cuberek. R. (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Miyashita, M., Takahashi, S., Troup, J., & Wakayoshi, K. (1992). Leg extension power of elite swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, 295-301.
- Moravec, R. (2004). *Teória a didaktika športu*. Bratislava: Univerzita Komenského, Fakulta telesnej výchovy a športu.
- Motyčka, J. et al., (2001). *Teorie plaveckých sportů*. Brno: Masarykova univerzita.
- Neuls. F., Viktorjenik, D., Dub, J., Kunicki, M., & Svozil, Z. (2018). *Plavání (teorie, didaktika, trénink)*. Olomouc: Univerzita Paleckého.
- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning - Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Luton (UK): Swimshop.
- Perič, T., & Dovalil. J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.

- Psotta, R. et al. (2006). *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada.
- Pupišová, Z. (2013). *Rozvoj výbušnej sily dolných končatín a jej vplyv na efektívnosť štartového skoku v plavání*. Krakov: Spolok Slovákov v Poľsku.
- Salo, D. et al. (2008). *Complete conditioning for swimming*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Skopová, M., & Zítko, M. (2005). *Základní gymnastika*. Praha: Karolinum.
- Software, TIBCO. (2018). *Statistica 13.4*. Praha.
- Vacula, J., Dostál, E., & Vomáčka, V. (1983). *Abeceda atletického tréninku* (2nd ed.). Praha: Olympia.
- Václavíková, K. (2012). *Rozvoj silových schopností a periodizace silové přípravy plavce*. Diplomová práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno.
- Vanderka, M., Kampmiller, T.. (2008). Pružinový pohybový systém ľudského organizmu. In Broďáni, J., Miškolci, M. (Eds.), *Atletika 2008. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*, (pp 5-16). Nitra: Univerzita Konštantína v Nitre.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2011). *Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers*. Journal of Strength & Conditioning Research, 25(4), 950-955. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c8656f