

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
FAKULTA TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU**

# **OSOBITOSTI POHYBU VO VODNOM PROSTREDÍ**

**Jana Labudová**

**2024**

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE**  
**FAKULTA TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU**

**OSOBITOSTI POHYBU VO VODNOM PROSTREDÍ**

**Jana Labudová**

**2024**

# OSOBITOSTI POHYBU VO VODNOM PROSTREDÍ

## **Autor:**

doc. PaedDr. Jana Labudová, PhD., 2024

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu

## **Recenzenti:**

doc. PaedDr. Pavol Ružbarský, PhD.

doc. Mgr. Dana Masaryková, PhD.

## **Návrh obálky a kresby:**

Mgr. Zlatica Labudová

## **Grafická úprava:**

doc. PaedDr. Ľubomíra Benčuriková, PhD.

## **Vydavateľstvo:**

Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport

Nábr. arm. gen. L, Svobodu 9, 814 69 Bratislava

Publikácia je výstupom viacerých vedeckých projektov Ministerstva školstva, vedy, výskumu a mládeže SR **VEGA č. 1/0427/23** a **VEGA č. 1/0725/23**, riešených na FTVŠ UK v Bratislave.

Dielo je vydané pod medzinárodnou licenciou **Creative Commons CC BY 4.0** (vyžaduje sa: povinnosť uvádzať pôvodného autora diela).

Viac informácií o licencií a použití diela:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**ISBN 978-80-8251-020-4**

**EAN 9788082510204**

## OBSAH

<b>1 VODNÉ PROSTREDIE .....</b>	<b>6</b>
1.1 Chemické a fyzikálne vlastnosti vody	6
1.2 Voda v ľudskom organizme	8
<b>2 ČLOVEK A VODNÉ PROSTREDIE .....</b>	<b>9</b>
2.1 Ponorenie do vodného prostredia	9
2.1.1 Výskumy z oblasti hydrostatiky	17
2.2 Pohyb vo vodnom prostredí	28
2.2.1 Výskumy z oblasti vybraných plaveckých športov	31
2.2.2 Výskumy z oblasti pohybových aktivít vo vode	36
<b>3 ROZDIEL V POHYBE ČLOVEKA NA SUCHU A VO VODNOM     PROSTREDÍ .....</b>	<b>56</b>
3.1 Chôdza, beh a cvičenie v rozdielnom prostredí	56
3.2 Základné pohybové kompetencie	60
3.3 Základné plavecké kompetencie	62
3.3.1 Výskumy z oblasti hodnotenia plaveckých kompetencií	65
<b>4 ZÁVERY .....</b>	<b>73</b>
<b>5 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY .....</b>	<b>76</b>
<b>PRÍLOHA .....</b>	<b>89</b>

## ÚVOD

Cieľom predloženej publikácie je priblížiť osobitosti pohybu človeka vo vodnom prostredí zhrnutím základných poznatkov o špecifikách tohto prostredia, ako aj o jedinečnosti ľudského organizmu, ktoré spoločne vstupujú ako interakcie počas plávania a iných pohybových aktivít vo vode. Výskumná časť publikácie konkretizuje možnosti širokospektrálneho využitia vodného prostredia. Dúfame, že umožní lepšie pochopiť širšie súvislosti zaťažovania vo vodnom prostredí plaveckou lokomóciou „face in activity“, ako aj základnými lokomóciami, akými sú chôdza a beh alebo cvičenie vo vertikálnych polohách tela „face out activity“. State venujúce sa diagnostike základných plaveckých kompetencií vychádzajú z dlhodobých poznatkov autorov a ponúkajú inovatívny prístup k ich hodnoteniu.

Veríme, že predložená monografia bude informatívne prítlačivá nielen pre vedeckú komunitu, ale aj pre jednotlivcov, zaujímavých sa o tento prírodný živel a vyhladávajúcich bezpečný pohyb v ňom.

Úprimné poďakovanie patrí prof. PaedDr. Yvette Macejkovej, PhD. a doc. PaedDr. Ľubomíre Benčurikovej, PhD., ku ktorým vzhľadom s úctou k ich odbornosti a nadšeniu, akým sa dlhé roky venujú plávaniu. Ďakujem im za podporu, usmernenia a skúsenosti, ktoré mi s ochotou poskytujú, nielen pri tvorbe tejto publikácie.

PodĎakovanie za pripomienky, ktoré mi pomohli pri finalizácii podoby monografie, patrí oponentom doc. Mgr. Dane Masarykovej, PhD. a doc. Mgr. Pavlovi Ružbarskému, PhD.

autorka

# 1 VODNÉ PROSTREDIE

## 1.1 Chemické a fyzikálne vlastnosti vody

Voda je najrozšírenejšia zlúčenina, nevyhnutná pre život na Zemi. Pokrýva okolo 70 % povrchu planéty. Voda patrí medzi kvapaliny, homogénne látky, ktoré sa vyznačujú malou súdržnosťou a nepatrnou zmenou objemu a tlaku. Je to jediná substancia, ktorá sa vyskytuje v troch základných skupenstvách v pevnom, kvapalnom a v plynnom. Skupenstvo vyjadruje fyzikálny stav látky a jeho častíc, z ktorých sa skladá. Závisí od konkrétneho prostredia, teploty a tlaku, ale aj od vzťahu medzi energiou, ktorou sa častice pohybujú a na seba pôsobia. Primárnym dôvodom výskytu troch skupenstiev vody je teplota. Pri poklese teploty pod 0°C sa mení na ľad, pevné skupenstvo. Pri teplote nad 100°C sa varom mení na vodnú paru, plynné skupenstvo.

**Z chemického hľadiska** je voda zlúčenina vodíka a kyslíka H<sub>2</sub>O. Molekula vody sa skladá z dvoch atómov vodíka viazaných kovalentnou väzbou na jeden atóm kyslíka. Molekula vody má trojuholníkovú štruktúru. Atómy vodíka voči sebe zvierajú uhol približne 105° (104,45°). Vzďialenosť medzi atómom vodíka a atómom kyslíka je 95,84 pm (picometra). Kyslík má druhú najvyššiu elektronegativitu zo všetkých prvkov. Atóm kyslíka na vrchole trojuholníkovej štruktúry so svojim čiastkovým záporným nábojom a atómy vodíka s čiastkovými kladnými nábojmi spolu s trojuholníkovou štruktúrou spôsobujú polaritu molekuly vody. Rozdielny náboj na molekule vody spôsobuje, že sa molekuly vody navzájom priťahujú. Tým vytvárajú medzi sebou väzby - vodíkové mostíky, ktoré sú zodpovedné za špecifické vlastnosti vody. Molekula vody má elektrickú polaritu (dipól), čo spôsobuje že je univerzálnym rozpúšťadlom, ako aj elektrickým vodičom (permitivita vody). V bazénovej vode sú prítomné aj dezinfekčné látky, ktoré z hygienického hľadiska zabezpečujú jej zdravotne nezávadné zloženie.

**Fyzikálny stav** vody je určovaný hustotou a tlakom. Hustota vody (merná hmotnosť) je definovaná pomerom hmotnosti (m) a objemu (V) a je približne 800-

krát (775-krát) vyššia ako hustota vzduchu a spolu s vyššou viskozitou spôsobuje väčší odpor pre pohyb vo vodnom prostredí, ako v prípade pohybu na suchu. Hustota vody sa v bežnom rozsahu teplôt (medzi 0 – 100° C) príliš nemení. Teplotnou anomáliou vody je, že najväčšia hustota čistej sladkej vody je pri teplote 4° C (3,984° C), na rozdiel od iných látok, ktoré majú pri normálnom atmosférickom tlaku najvyššiu hustotu pri teplote približne 0°C. Najvyššia hustota sladkej vody predstavuje hodnotu 1 000 kg.m<sup>-3</sup>. Hustota vody sa uvádza v merných jednotách: 1 000 kg.m<sup>-3</sup> = 1 kg.dm<sup>-3</sup> = 1 g.cm<sup>-3</sup>. Počas klesania teploty vody a jej zmeny na ľad sa upravuje voľná mriežka vodíkových mostíkov na pravidelnejšiu kryštalickú štruktúru, ktorá spôsobuje zväčšenie medzier medzi molekulami, v porovnaní s kvapalnou podobou. Táto väčšia vzdialenosť jednotlivých molekúl má za následok nižšiu hustotu ľadu, preto ľad pláva na hladine. Súčasne premenu vody na ľad sprevádza mierny nárast objemu (9 %). Merná teplotná kapacita, špecifické teplo vody (4 217,8 J/kg.K) predstavuje vysoký stupeň teplotnej zotrvačnosti vody. Podľa teploty vodu rozlišujeme na mrazivú -10°C, vlažnú 21 – 31°C, indiferentnú 33 – 34°C, teplú 35 – 37°C a horúcu nad 37°C (Macejková a kol. 2005). Jej tepelná vodivosť je niekoľkonásobne vyššia ako vzduchu (23 – 25-krát), preto ponorené časti tela oveľa viac ochladzuje alebo ohrieva. Voda má aj vysoké povrchové napätie (72,75 mJ.m<sup>-2</sup>), ktoré zostáva relatívne stále pri zmenách jej teploty. Uvedený jav má význam v oblasti potápačskej medicíny (Novomeský 2013). Trenie medzi molekulami tekutiny a plynu (vzduchu) spôsobuje, že molekuly majú sklón držať pri sebe (kohézia) a držať sa na ponorených častiach tela (adhézia). Hustotu vody ovplyvňuje nielen teplota, ale najmä jej zloženie. Koncentrácia solí (salinita) zvyšuje jej hustotu, preto má napríklad morská voda hustotu 1030 kg.m<sup>-3</sup> a hustota vody v Mŕtvom mori až 1 240 kg.m<sup>-3</sup>. Liečivá termálna minerálna voda je legislatívne označenie minerálnej vody s obsahom celkovo rozpustených tuhých látok presahujúcich množstvo 1 000 mg.l<sup>-1</sup>. Slovensko je známe množstvom geotermálnych vrtov, pričom najčastejšia teplota týchto prameňov je 30° – 40 °C (v niektorých prípadoch dosahuje až 50° – 60 °C) a ich obsah je rôzny. Najčastejšie sú zastúpené zlúčeniny uhličitanov, vápnik, sodík, draslík, železo, mangán alebo sírany. Liečivé účinky minerálnych vôd sa využívajú pri ochoreniach pohybového

aparátu, tráviaceho ústrojenstva, ale aj pri neurologických, gynekologických, urologických, dermatologických alebo onkologických ochoreniach, zápaloch aj chronických ťažkostiach. Zaujímavosťou je, že optimálne hodnoty zastúpenia minerálnych látok v bazénovej vode sú napríklad jednou z podmienok pre oficiálne medzinárodné súťaže v športovom plávaní, organizované World Aquatics, od decembra 2022 premenovaná Svetová organizácia plaveckých športov - pôvodne FINA. Vodné prostredie s vyšším obsahom minerálnych látok umožňuje lepšie zaujatie a udržanie horizontálnej polohy tela pri hladine, lepšiu oporu o hustejšiu nestabilnú substanciu pri záberových pohyboch končatín, čo v istom zmysle môže predstavovať priaznivejšie podmienky pre športový výkon plavca. Hovorovo sa preto v plaveckej komunite objavuje aj výraz „pomalšia voda“ alebo „rýchlejšia voda“. V štruktúre športových výkonov ďalších plaveckých športov, kde vodné prostredie taktiež predstavuje spoločné médium pre súťaženie, a v ktorých nie je dosahovanie úspechu zamerané na získanie najrýchlejšieho času v danej disciplíne, zohráva dôležitejšiu úlohu hĺbka vody. Príkladom sú plavecké športy ako vodné pólo, synchronizované plávanie alebo skoky do vody.

## **1.2 Voda v ľudskom organizme**

Voda tvorí 55 % – 78 % ľudského tela a približne 75 % hmotnosti živej bunky. Je nenahraditeľná a bez jej prítomnosti nedokáže človek existovať. V tele človeka sa nachádza v osobitných formách, ako extracelulárna a intracelulárna tekutina. Extracelulárna tekutina sa nachádza v mimobunkovom priestore, teda mimo krvných buniek a tkanivových buniek. Tvorí ju tekutina v krvnej plazme a lymfe (intravaskulárna tekutina), ako aj tekutina, nachádzajúca sa v priestoroch medzi tkanivovými bunkami (intercelulárna tekutina). Extracelulárna tekutina plní významnú úlohu mediátora medzi vonkajším a vnútorným priestorom buniek. Zabezpečuje prívod živín a kyslíka, podieľa sa na odstraňovaní intracelulárneho odpadu. Intracelulárna tekutina predstavuje vodu v cytoplazme a v jadrách buniek. Nachádza sa v menšom množstve aj v tukových bunkách. Celkové percentuálne zastúpenie obsahu vody v oboch formách je tým nižšie, čím je vyšší obsah



tukových tkanív (Javorka a kol. 2009). Extracelulárna tekutina tvorí približne 27% celkovej hmotnosti dospelého človeka. Intracelulárna tekutina tvorí približne 35% celkovej hmotnosti dospelého človeka (total body weight - TBW) (Pendergast 2009). Extracelulárna aj intracelulárna tekutina sú v osmotickej rovnováhe. Udržanie optimálneho objemu tekutín v tele aj ich osmotického koncentrácie (objemu soli) zabezpečujú komplexné neurohormonálne procesy. Na týchto procesoch sa zúčastňuje viacero orgánov, ako sú hypotalamus, hypofýza, kôra obličiek a obličky (Novomeský 2013). Pri nadmernej strate telových tekutín hovoríme o dehydratácii. Vďaka vysokému stupňu teplotnej zotrvačnosti vody pomáha vysoký obsah vody v telových tekutinách alebo tkanivách teplokrvných živočíchov a človeka udržať ich stálu telesnú teplotu – homoiotermiu.

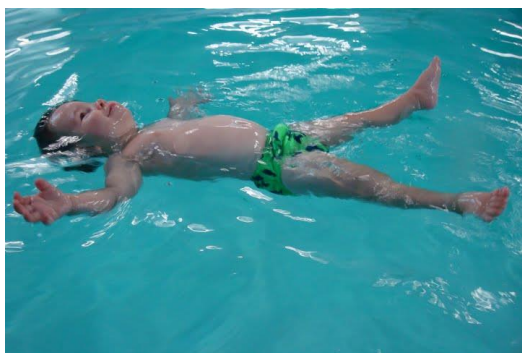
## 2 ČLOVEK A VODNÉ PROSTREDIE

### 2.1 Ponorenie do vodného prostredia

Človek počas svojho fylogenetického vývoja a ontogenetického vývinu v suchozemskom prostredí nebol a nie je biologicky vybavený na pobyt a pohyb vo vodnom prostredí. Ľudský organizmus funguje na základe biologických zákonitostí a pri ponorení sa do vody je vystavený zmene vonkajšieho prostredia, spôsobenej chemickými a fyzikálnymi vlastnosťami vodného prostredia, tie sú však rozdielne od fyziologických podmienok existencie na súši. Na ponorené časti človeka začnú pôsobiť hydrostatické zákonitosti. Pomer hustoty tela a hustoty vody, hydrostatický vztlak spolu s hydrostatickým tlakom sú rozdielnymi podmienkami pobytu človeka vo vodnom prostredí v porovnaní s podmienkami na súši, kde pôsobí napríklad väčšia gravitácia.

**Hustota ľudského organizmu** je podobná hustote vody, preto vodné prostredie slúži ako vhodné médium pre jeho nadnášanie. Priemerná hustota sladkej vody je  $997 \text{ kg.m}^{-3}$ . Priemerná hustota tela je približne zhodná  $985 \text{ kg.m}^{-3}$ . Avšak hustota tkanív a telových orgánov tela nie je rovnaká. Napríklad hustota kostrového svalu je okolo  $1,06 \text{ g.mm}^{-3}$ , tukového tkaniva je okolo  $0,9 \text{ g.mm}^{-3}$  a hustota kostného

tkaniva okolo  $1,8 \text{ g}\cdot\text{mm}^{-3}$  (Hoch a kol. 1983). Hustota tela sa znižuje, ak sa jedinec nadýchne (inspírium). Keďže vzduch má mnohonásobne nižšiu hustotu ako voda (približne  $0,0012 \text{ g}\cdot\text{mm}^{-3}$ ), hustota tela sa znižuje na hodnotu okolo  $945 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . V prípade výdychu (expírium) sa zvýši hodnota hustoty tela na  $1025 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Dýchanie zohráva dôležitú úlohu v zaujatí a udržaní horizontálnej aj vertikálnej polohy tela. Každý ľudský organizmus je jedinečný, teda každý človek má určitú špecifickú hmotnosť – hustotu tela (Macejková a Benčuriková 2014). Zloženie tela preto podmieňuje možnosti vznášateľnosti jedinca, čo chápeme ako schopnosť udržania tela v rovnovážnej polohe, v režime statickej rovnováhy. Niektorí autori používajú aj termín plávateľnosť (Ružbarský a Turek 2006). Priemerná hustota tela sa mení vekom a súvisí s pohlavím. Dojčatá majú nízke zastúpenie svalovej hmoty, vyššie zastúpenie tuku a vody v tele, prebieha u nich osifikácia kostí, preto sa vznášajú na hladine najlepšie (obr. 1). V ranom veku je vznášateľnosť spolu s vyhasínajúcimi podmienenými reflexami, základom polohovania a pohybových úloh detí v rámci aktivít plávania rodičov s deťmi, takzvaného „baby plávania“ (Nováková a kol. 2015). Z rodového hľadiska majú ženy lepšiu predispozíciu sa vznášať pri hladine vody, keďže majú menší podiel svalového tkaniva a vyššie zastúpenie podkožného tuku ako muži.

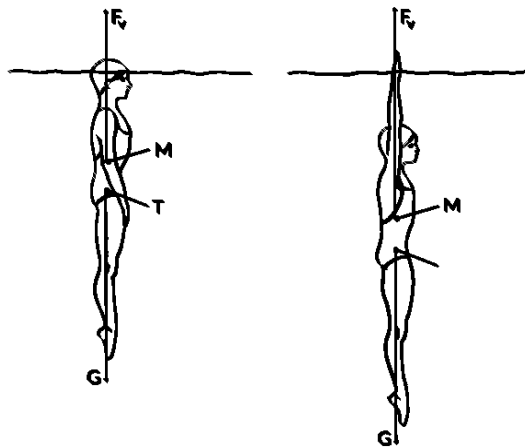


Obrázok 1 Vznášanie na hladine dieťaťa v ranom veku (Benčuriková 2021)

Medzi základné fyzikálne zákonitosti, ktoré sa prejavujú pri ponorení tela do vody sú Archimedov zákon a Pascalov zákon.

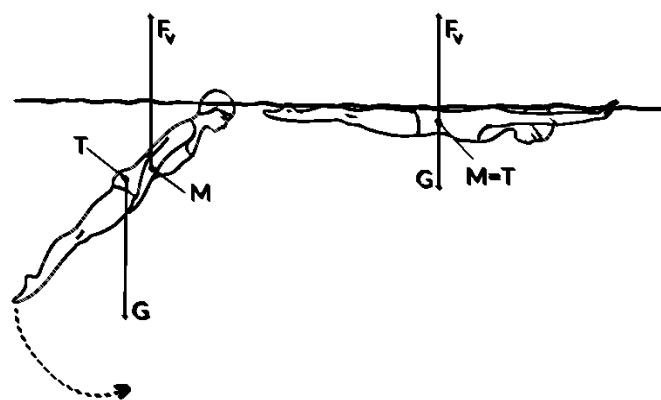
**Archimedov zákon** hovorí, že teleso ponorené do kvapaliny je nadnášané silou, rovnajúcou sa tiaži objemu tekutiny, ním vytlačenej. Hydrostatický vztlak pôsobuje úmerne nadnášanie telies podľa ich veľkosti objemu a hustoty.

**Hydrostatický vztlak** závisí od objemu a hustoty tela, pomeru tukovej a svalovej zložky, rozmiestnenia tukového tkaniva, vitálnej kapacity pľúc, veku a pohlavia (Hofer 1983). Zloženie tela, anatomická stavba a somatotyp spôsobujú nerovnomerné rozmiestnenie hmotnosti, a tým rozdielne umiestnenie ťažiska tela a geometrického stredu tela. Pôsobisko hydrostatického vztlaku je v geometrickom strede tela (M). Geometrický stred tela je umiestnený v dolnej časti hrudnej oblasti teda v hornej časti brušnej dutiny, v oblasti žalúdka. Veľkosť vztlakovej sily, podľa Archimedovho zákona, pôsobí proti gravitácii. Opačným smerom pôsobí sila tiaže/gravitácia s pôsobiskom v ťažisku tela (T). Ťažisko tela súvisí so stabilitou človeka v jednotlivých polohách. V základnom anatomickom postavení sa nachádza v spodnej časti brušnej dutiny, medzi bokmi v oblasti malej panvy, v sakrálnej časti chrbtice (vo výške druhého alebo tretieho krížového stavca), v polovici medzi spodnou časťou chrbtice a brušnou stenou. Ťažisko sa mení, presúva sa so zmenami polôh segmentov tela (Psalman 2010). Vznášanie tela pri/na hladine alebo jeho klesanie je podmienené pomerom vztlakovej sily ( $F_v$ ) a gravitačnej sily ( $G$ ) a umiestnenia pôsobísk, čiže geometrického stredu tela (M) a ťažiska tela (T). Poloha týchto bodov nie je vždy totožná. Vo vertikálnej polohe tela v pripažení sa nádychom znižuje hustota tela, preto sa telo vznáša bližšie k hladine. Vo vertikálnej polohe vzpažením a s výdychom sa zvyšuje hustota tela a naruší sa aj rovnováha. Telo sa ponára, resp. klesá (obr. 2).



Obrázok 2 Pôsobenie hydrostatického vztlaku a tiaže vo vertikálnej polohe tela (upravené podľa Hofer 1983)

Vo vertikálnej polohe tela sú oba body nad sebou, čo spôsobuje ľahšie udržanie rovnovážnej polohy tela, ako je to v prípade horizontálnej polohy. Preto v stojí v plytkej, prechodnej a v hlbkej vode je jednoduchšie zachovať rovnovážnu polohu tela, ako v prípade vznášania sa v polohe na prsiach pri hladine, kde body pôsobenia síl nie sú v jednej priamke. V tomto prípade rovnovážny stav plavca a polohu tela, viac ovplyvňuje hmotnosť/hustota jednotlivých segmentov a prejavujú sa účinky pôsobiacich síl a ich momentov (obr. 3).



Obrázky 3 Pôsobenie hydrostatického vztlaku a tiaže v horizontálnej polohe tela (upravené podľa Hofer 1983)

Končatiny sú pevne spojené s trupom, takže ich predlžovaním (extenziou) alebo skracovaním (flexiou) sa mení poloha ťažiska. Napríklad vzpažením v horizontálnej polohe pri hladine vody sa posúva ťažisko bližšie k hlave, čo spôsobí vyrovnanosť hustoty segmentov hornej a dolnej časti tela, body pôsobiacich síl sú totožné a výsledkom je zaujatie rovnovážnej polohy tela (obr. 3). V prípade pripaženia, je ťažisko bližšie umiestnené k dolným končatinám (vyššia hustota svalov dolných končatín) a horná časť tela má menšiu hustotu (nižšia hustota, momentálny objem vzduchu v pľúcach), čím dochádza ku klesaniu nôh, tzv. rotačný efekt (obr. 3). Uvedené sa prejavuje skôr u mužov, so značným svalovým reliéfom, s endomorfným somatotypom (nižšie položeným ťažiskom tela), s nižšou kapacitou pľúc. Títo jedinci preto pre zaujatie vhodnej polohy tela pri plávaní musia vynaložiť viac úsilia. Somatometrické charakteristiky sú jedným z významných prediktorov súťažného plavca (Hofer a kol. 2016). V prípade ďalších plaveckých športov, ako je napríklad synchronizované plávanie, sú dôležitejšie dĺžkové indexy somatometrických parametrov (Evans et al. 1985).

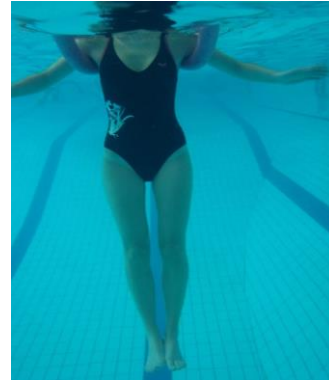
Vplyv hydrostatického vztlaku na organizmus sa prejavuje znížením váhy tela, odľahčením zaťaženia pohybového aparátu, najmä chrbtice, uľahčením krvného obehu, elimináciou úrazov napr. pri behoch vo vode, navodením pozitívneho psychického prežívania pobytu vo vode, spôsobeného pocitom „beztiažového“ stavu. Podľa hĺbky ponorenia nastáva rôzna redukcia váhy tela vo vertikálnej polohe (obr. 4 - 6). Pri ponorení po pás sa znižuje váha tela okolo 50%, pri ponorení po ramená 65-75% a pri ponorení po krk okolo 90% (Cole a Becker 2004). Uvedená skutočnosť poskytuje možnosť pre cvičenia vo dvojici, bez ohľadu na telesnú konštitúciu, čo sa využíva najmä v rehabilitácii vo vodnom prostredí (Brodi a Giegle 2009).



Obrázok 4  
Ponorenie po pás



Obrázok 5  
Ponorenie po ramená



Obrázok 6  
Ponorenie po krk

**Pascalov zákon** hovorí, že tlak v tekutine, ktorá je uzavretá v nádobe, spôsobený vonkajším tlakom, je v každom mieste rovnaký. Hydrostatický tlak v kvapalinách je tlak spôsobený ich hmotnosťou. V gravitačnom poli pôsobí tiaž silou na vrstvy pod nimi. Pomer kolmej tlakovej sily ( $F$ ) na príslušnú plochu ( $S$ ) ponorených častí tela stúpa úmerne s hĺbkou vodného stĺpca. Hydrostatický tlak na hladine je 1 bar (100 kPa) a nárast tlaku každých 10 m hĺbky sa zvyšuje o 1 bar. Potom hydrostatický tlak v danej hĺbke je určený hĺbkou ponorenia telesa, hustotou kvapaliny s gravitačným zrýchlením ( $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).

**Hydrostatický tlak** pôsobí na ponorené časti tela, je pociťovaný najmä v telových dutinách, ktoré sú naplnené vzduchom (pľúca, nosné dutiny a stredné ucho). U športovcov alebo iných vysoko trénovaných osôb hydrostatický tlak podporuje premenu (návrat) kyseliny mliečnej na laktát a spätnú premenu do východiskového stavu na pečňový glykogén. Plávanie alebo cvičenie vo vode je tak výborným tréningom, ako aj prostriedkom regenerácie po náročnom tréningovom alebo zápasovom zaťažení.

Dýchanie vo vode je sťažené oproti dýchaniu na suchu. Pri vdychu plavec prekonáva hydrostatický tlak svojimi dýchacími svalmi a pri výdychu do vody musí prekonávať odpor vody, aj keď mu pri výdychu čiastočne napomáha tlak vody na hrudník (Macejková a kol. 2005).

Hydrostatický tlak vplýva na činnosť srdca. Povrchové kapiláry sú stláčané, krv je vytláčaná do hrudníkovej oblasti. Srdce pracuje s väčším objemom krvi. Srdcový

objem sa zvyšuje približne o 20 % a pulzový srdcový objem stúpne zo 70 ml na 110 ml. Srdce reaguje silnejšími sťahmi a súčasne sa zvyšuje svalový tonus (Dargatz a Koch 2003). Uvedené vedie k zníženiu počtu sťahov srdcového svalu (počet systol). Všeobecne sa hodnoty srdcovej frekvencie po ponorení do vody znižujú. Odborníci sa zhodujú na piatich základných faktorov spôsobujúcich tento jav. Sú to hydrostatický tlak, teplota vody, gravitačná sila, ponárací reflex (diving reflex), redukcia telesnej váhy (AEA 2018). Najmä hydrostatickým tlakom srdcová frekvencia klesá a srdce pracuje ekonomickejšie (Torres-Ronda 2014). Pôsobenie hydrostatického tlaku a zníženie efektu gravitačnej sily priaznivo ovplyvňuje obehový systém tela. Uľahčený je návrat krvi do srdca pri plávaní aj pri cvičení vo vode, preto sa tieto pohybové činnosti odporúčajú pri ochoreniach žíl dolných končatín. Vnútoraná reakcia organizmu na zmenu vonkajšieho prostredia, v zmysle zmien srdcovej frekvencie, sa z časti pripisuje aj ponáraciemu reflexu. Podnetom pre výskumy na objasnenie súvislostí s týmto reflexom boli sledovania francúzskeho filozofa Paula Berta, ktorý už koncom 19. storočia zistil, že sa husiam počas ponoru pod vodu znižuje srdcová frekvencia, ako reakcia na zadržaný dych a pôsobiaci tlak vody. Jedná sa o komplexný a zložitý fyziologický jav, psychofyziologickú reakciu, ktorá vyvoláva reflektorické zastavenie dychu (apnoe), následné zníženie činnosť srdca (zníži sa skoro na polovicu), teda zníženie srdcovej frekvencie (bradykardia) a vazokonstrikciu periférnych ciev, zvýšenie tlaku krvi, zníženie bazálneho metabolizmu, redukuje sa kalorická spotreba a spotreba kyslíka. Krv sa fyziologickými procesmi z končatín presúva (redistribúcia) do životne dôležitých orgánov, akými sú srdce, pľúca a mozog. Ponárací reflex sa zväčša aktivuje chladovým podráždením nervových zakončení, ponorením tváre do vody (aktivácia nervu trigeminus). Reflex ponárania patrí spolu s Kratschmerovým apnoickým reflexom medzi ochranné reflexy dýchacích ciest a pľúc, môžeme to chápať aj ako krátkotrvajúca ochrana človeka pred utopením. Primárnou funkciou je chrániť dýchacie cesty pred vniknutím vody (Baran 2010). Počas hĺbkového nádychového ponoru má významnú úlohu aj kontrakcia sleziny (Novomeský 2013). Tento vrodený primitívny reflex, ktorý mizne do 6 mesiacov, umožňuje deťom do tohto veku, zatajiť dych počas

ponorenia pod vodu. V nasledujúcich mesiacoch ontogenetického vývinu sa mení na podmienený reflex, preto môže byť následne počas života udržiavaný a rozvíjaný tréningom. Tréningové zaťaženie je fyzického charakteru (37 %), ale najmä psychického charakteru (63 %).

Pri pobyte a pohybe vo vodnom prostredí vplyvom vysokej telesnej vodivosti vody (23 – 25x vyššia ako vzduchu) sú zvýšené nároky na termoreguláciu a výdaj tepla. Preto je odporúčaná vlažná voda (21°- 31°C) pre rôzne pohybové a športové aktivity vo vodnom prostredí. V tabuľke 1 uvádzame niektoré príklady podľa odporúčaní Aquatic Exercise Association (AEA 2010).

Tabuľka 1

Odporúčané teploty vody pre pohybové a športové aktivity podľa AEA (2010)

<b>Typ aktivity - program</b>	<b>Teplota vody (°C)</b>
Súťažné plávanie	25,6 – 27,8
Aquafitness	28,0 – 30,0 (podľa druhu)
Rehabilitácia	32,2 – 35,0
Skleróza multiplex	26,7 – 28,9
Tehotné	28,3 – 29,4
Artritída	28,0 – 32,2
Seniori - intenzívny	28,0 – 30,0
Seniori – nižšia intenzita	30,0 – 31,0
Deti, základné plávanie	≥ 28,5 (podľa veku)
Dojčatá až deti do 4 rokov	32,2 – 33,9
Obézni	26,5 – 30,0



### 2.1.1 Výskumy z oblasti hydrostatiky

Interakcia fyzikálnych zákonitostí vodného prostredia a biologických zákonitostí človeka sa prejavuje už pri ponorení do vody, ale súvisí aj s osobitosťami športových výkonov v tomto prostredí, preto sa odborníci zaoberajú špecifickými oblasťami skúmania javov, ktoré ich môžu pozitívne ovplyvniť.

V synchronizovanom plávaní sa v motorickom prejave striedajú polohy tela a jeho segmentov nad, na a pod hladinou vody. Pojem synchronizované plávanie syntetizuje harmonické prepojenie pohybového prejavu vo vodnom prostredí. Predstavuje prepojenie plaveckých kompetencií s umeleckými hodnotami baletu, tanca, akrobacie a hudby. Športový výkon v synchronizovanom plávaní zahŕňa rozsiahly počet zložitých pohybových štruktúr, pričom automatizácia pohybov je vysoká s celkovo malou variabilitou. V efektívite športovej techniky napomáha trénerom znalosť problematiky hydrostatiky a hydrodynamiky. Meniace sa vzájomné polohy pôsobísk gravitačnej a vztlakovej sily vplyvom zmien polôh a pohybov tela a jeho segmentov sú jednou z určujúcich podmienok zaujatia a udržania požadovaných polôh pri vykonávaní jednotlivých figurálnych celkov. Somatometrické parametre, akými sú poloha ťažiska, dĺžka a obvody segmentov tela a ich pomer, ako aj zloženie tela, vplývajú na hydrostatické a hydrodynamické vlastnosti pretekárky/pretekára. Súťažiaci s lepšou vznášateľnosťou (plávateľnosťou) a stavbou tela budú mať vhodnejšie predpoklady zvládnuť technicky náročné figúry, čo umožňuje dosahovať kvalitnejšie športové výkony.

**Úroveň telesného rozvoja, vlastností stavby tela a ich vzťahu k športovému výkonu výkonnostných slovenských pretekárov v synchronizovanom plávaní** zisťovali autorky Bačkayová a Labudová (2004). Súbor tvorilo 18 výkonnostných a vrcholových pretekárov, vo veku 15 až 18 rokov. Stanovením špecifickej hmotnosti segmentov tela na podobnej vzorke probandiek, juniorská veková kategória, s porovnateľnými základnými somatickými charakteristikami sa zaoberal japonský vedecký tím Homma (2017). Základné štatistické charakteristiky oboch súborov uvádza tabuľka 2.

Tabuľka 2 Základné štatistické charakteristiky výkonnostných pretekárov synchronizovaného plávania v japonskej a slovenskej štúdi

Štúdie	Počet (n)	Vek (roky)	Telesná výška [cm]	Telesná hmotnosť [kg]	BMI
Japonsko (Homma, 2017)	8	15,6	160 (±0,05)	52,7 (±4,40)	20,70
Slovensko (BačKayová, Labudová 2004)	18	16,5	167,7 (±6,2)	55,36 (±5,48)	19,70

V rámci sledovania antropometrických parametrov slovenských pretekárov sme zistili, že výška v sede bola 138,2 cm (± 4,1), dĺžka hornej končatiny 75,45 cm (±3,868), dĺžka dolnej končatiny 79,5 cm (± 4,137). Vlastnosti stavby tela súvisiace s hydrostatickými vlastnosťami vody sme hodnotili hustotou tela a umiestnením ťažiska tela. Metodika určenia hustoty tela bola založená na zistení objemu tela a jeho hmotnosti. Podobným spôsobom postupovali obe štúdie (obr. 7). Výšku umiestnenia ťažiska tela mali slovenské pretekárky v rozpätí 52,96 % až 55,05 %, pričom priemer bol 55,06 %. V súbore sme zistili hodnoty hustoty tela pri normálnom dýchaní v rozpätí 940 – 1020 kg.m<sup>-3</sup>, pričom priemerná hodnota bola 980 kg.m<sup>-3</sup>. Pri maximálnom nádychu (vdychu) predstavovali hodnoty hustoty tela súboru rozpätie medzi 930 – 1010 kg.m<sup>-3</sup>, priemerná hodnota bola 970 kg.m<sup>-3</sup>. Pri maximálnom výdychu sa pohybovala hodnota hustoty tela v rozpätí 962 – 1063 kg.m<sup>-3</sup> a priemerná hodnota predstavovala 1013 kg.m<sup>-3</sup>. Pre porovnanie uvádzame, že priemerné hodnoty hustoty ľudského tela sa pohybujú od 1000 do 1030 kg.m<sup>-3</sup>. Pri maximálnom vdychu sa pohybuje od 940 do 980 kg.m<sup>-3</sup>. Pri úplnom výdychu je v rozmedzí od 1050 do 1100 kg.m<sup>-3</sup>.

Vzťahová analýza parametrov telesného rozvoja k športovému výkonu v povinných figúrach naznačila súvislosti medzi hydrostatickými vlastnosťami tela pretekárky k športovému výkonu v povinných figúrach, avšak nepreukázala štatistickú významnosť tohto vzťahu. Štúdie v závere konštatovali, že pre lepšiu

vznášateľnosť tesne pri hladine je pre synchronizovanú plavkyňu výhodnejšia nižšia hustota tela.



Obrázok 7 Stanovenie špecifickej hmotnosti /hustoty tela (Homma 2017)

**Koľko vážia neponorené segmenty tela v základných polohách v synchronizovanom plávaní?** (Homma 2017). Alebo koľko vážia neponorené segmenty tela, ktoré musí pretekárka udržať nad hladinou vody opornými zábermi končatín v základných polohách a cvičebných tvaroch. Meranie hmotnosti neponorených segmentov tela sa realizovalo v rôznych polohách a cvičebných tvaroch, akými boli napríklad: Poloha vzad s prednožením jednej (noha baletky), Poloha vzad s prednožením (noha baletky dvoma), Zvislá poloha strmhlav (vertikála), Výšlap. Kilogram-sila je metrická jednotka sily (kgf). Kilogram-sila je rovná hmotnosti jedného kilogramu vynásobenej štandardným gravitačným zrýchlením na Zemi, ktorý je definovaný presne  $9,80665 \text{ m za sekundu}^{-2}$ . Potom jeden (1) kilogram-sila je rovná  $1 \text{ kg} \times 9,80665 \text{ m za sekundu}^{-2} = 9,80665 \text{ kg.m.s}^{-2} = 9,80665 \text{ newtonov (10 N)}$ .

V polohe Ballet leg, Poloha vzad s prednožením jednej (noha baletky), (obr. 8), v prípade ak je celá dolná končatina nad vodou, musí pretekárka na základe správnej techniky záberov paží a použitím silového potenciálu vytvoriť adekvátnu oporu tak, aby propulzívna účinnosť záberov sa vyrovnala sile, ktorá pôsobí opačným smerom (78 N).



### Ballet leg

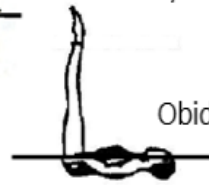


Noha nad hladinou 78 N

### Ballet leg double



1/2 stehna nad hladinou 72 N



Obidve nohy nad hladinou 130 N

Obrázok 8 Hmotnosť neponorených častí tela v polohách Ballet leg(Homma 2017)



### Vertikálna poloha strmhlav

Koleno 38 N

1/2 stehna 56 N

1/3 stehna 92 N



Obrázok 9 Hmotnosť neponorených častí tela v polohe Vertikála strmhlav (Homma 2017)



## Výšlap



Pás 23.9 kgf  
Boky 28.4 kgf

Obrázok 10 Hmotnosť neponorených častí tela vo výšlape (Homma 2017)

V prípade Ballet leg double – Poloha vzad s prednožením (noha baletky dvoma) (obr. 8), ak je hladina vody vo výške polovice stehna je to 72 N. Ešte obťažnejšia je poloha vzad s prednožením v prípade, ak sú obe nohy celé nad hladinou (130 N). Náročnosť Vertikálnej polohy strmhlav (obr. 9) je v prípade výšky hladiny pri kolennom kĺbe 38 N, pri zaujatí polohy vo výške hladiny v polovici stehna stúpa na 56 N a najnáročnejšie je udržanie polohy vertikálnej strmhlav vo výške jednej tretiny stehna (92 N). Na obrázku 10 je znázornená obťažnosť výšlapu, kde oporu vytvárajú pohyby dolných končatín. V prípade výšlapu s hladinou v úrovni pásu, je nutné vynaložiť úsilie a vytvoriť adekvátnu oporu, tak aby propulzívna účinnosť záberov nôh sa vyrovnala sile, ktorá pôsobí opačným smerom (249 N). Ak z vody vykoná pretekárka výšlap, tak že hladina vody je vo výške panvovej kosti (bokov) je to 284 N. Dôležitú úlohu zohráva poloha paží pri výšlape. V prípade, ak sú obe paže nad vodou je to náročnejšie, ako keď je jedna alebo obe ruky pod vodou. Náročnosť zaujatia jednotlivých polôh, sa premieta do koeficientu obťažnosti figúry v rámci súťaže v povinných figúrach. Koeficient obťažnosti polôh sa vkladá do vzorca na výpočet celkovej známky za danú povinnú figúru. V rámci súťažných

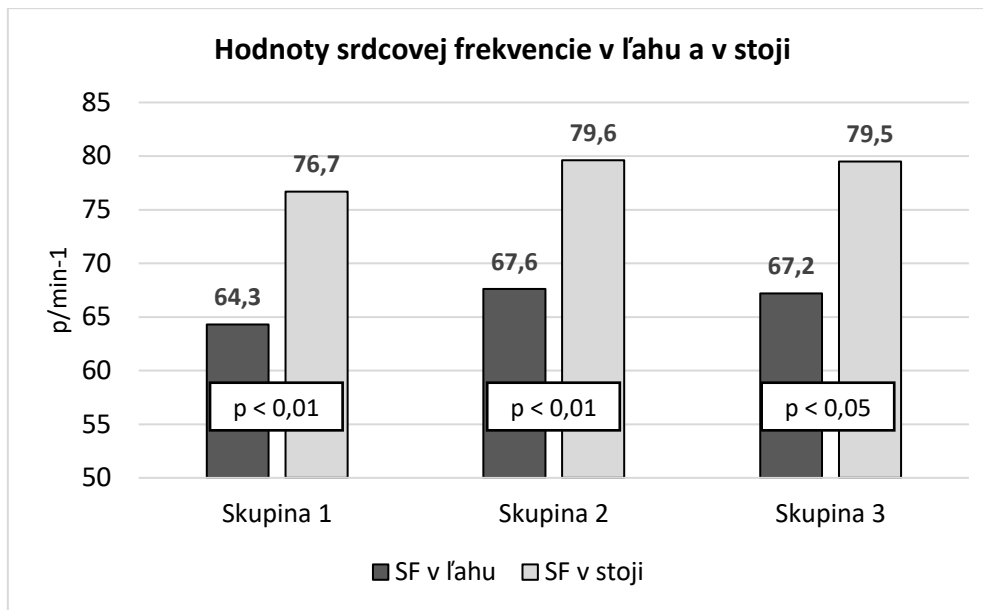
zostáv je rozlišovaná obťažnosť statických a dynamických výšok. Udržanie polohy, čiže statická výška má vyšší koeficient obťažnosti ako dynamická výška. Vo figúrach a figurálnych celkoch je v synchronizovanom plávaní výška polôh segmentov tela nad hladinou kľúčová pre bodové hodnotenie športového výkonu. Výskum poukázal na stúpajúcu náročnosť na špeciálny zručnostno-kondičný potenciál pretekárky a zvýšenie celkovej obťažnosti danej polohy pri rôznej výške tela nad hladinou.

Spoločným menovateľom oboch štúdií je, že bola použitá rovnaká metodika pri zisťovaní empirických dát a stanovení špecifickej hmotnosti tela. V prípade slovenskej štúdie sa následne pacovalo so spresnením poznatkov ohľadne telesného rozvoja, hydrostatických vlastností pretekárov, so zámerom naznačiť vzťahy medzi somatometrickými parametrami, zložením tela pretekárov a ich športovým výkonom v súťaži. Japonský tím mal za cieľ presniť poznatky z oblasti náročnosti športového výkonu v synchronizovanom plávaní. Základným technickým parametrom hodnotenia športového výkonu je výška segmentov tela nad hladinou počas polôh, prechodov z jednej do inej polohy a počas dlhšie trvajúcich sekvencií s nohami alebo trupom nad hladinou vody. Na základe výsledkov bola kvantifikovaná náročnosť vykonania vybraných základných polôh v jednotlivých výškach častí segmentov tela nad hladinou z hľadiska propulzívnej účinnosti záberov končatín výkonnostných pretekárov v synchronizovanom plávaní.

Vnútorou reakciu organizmu na zmeny vonkajšieho prostredia vplyvom ponorenia sa do rôznych hĺbok vody sme sa zaoberali vo výskumoch kinantropologického charakteru. Všeobecne sa tvrdí, že pokles srdcovej frekvencie (SF) v horizontálnych polohách tela (face in), typickým príkladom je plávanie, je o 15 – 17 úderov.min<sup>-1</sup> alebo o 13%. Vo vertikálnych polohách (face out), príkladom sú chôdza, beh, aerobik vo vode, je pokles SF o 8 – 10 úderov.min<sup>-1</sup>. Podnety hlbšieho poznania redukcie srdcovej frekvencie po ponorení človeka do vodného prostredia, v snahe postihnúť individualitu prejavu, sa podujala riešiť vedeckým projektom Medzinárodná asociácia aquafitnes (AEA). Projekt vychádzal zo zistení Kruela et al. (2002) a Albertona et al. (2003). Ako členovia

riešiteľského tímu predkladáme základné východiská a výsledky jednej zo štúdií na Slovensku, ktoré prispeli k zberu dát pre štandardizáciu Kruelovej rovnice. Výpočet zmien SF po ponorení do vodného prostredia je prínosom pre účely následného stanovovania pásiem SF podľa intenzity zaťaženia pre tréning rôzneho zamerania (AEA 2018).

**Vnútoraná reakcia ľudského organizmu na zmeny polohy tela, vonkajšieho prostredia a hĺbku ponorenia.** Merania sme realizovali v priestoroch plavárne FTVŠ UK v Bratislave. Teplota vody počas testovania bola 28°C a teplota vzduchu v rozmedzí 30°C až 33 °C. Pri zbere empirických dát sme použili metodický protokol AEA. Hodnoty srdcovej frekvencie (SF) sme zisťovali palpačnou metódou na arteria radialis v štyroch polohách: 1. Ľah vzad (10 minút), 2. Stoj znožmo vedľa bazénu (3 minúty), 3. Stoj znožmo v plytkej vode, úroveň hladiny po os sternum (3 minúty), 4. Vertikálna poloha v hlbkej vode, s použitím nadľahčovacieho pásu (3 minúty). Každé meranie bolo uskutočnené dvakrát, dvomi zaškolenými examinátormi na jednej osobe. Examinátori merali SF po dobu 30 sekúnd, pričom prvý zachytený úder sa počítal ako nula. Overenia Ortoklinostatickej skúšky sa zúčastnilo 36 probandov, rozdelených podľa pohlavia a veku na tri skupiny. Skupinu 1 tvorilo 18 pravidelne športujúcich mužov vo veku 18 – 30 rokov ( $23,5 \pm 6,5$ ), skupinu 2 tvorilo 18 pravidelne športujúcich žien vo veku 18 – 30 rokov ( $24 \pm 6$ ). Skupinu 3 tvorilo 8 žien bežnej populácie vo veku 31 – 50 rokov ( $40,5 \pm 8,5$ ). Pre posúdenie významnosti rozdielov sme použili neparametrický t-test.



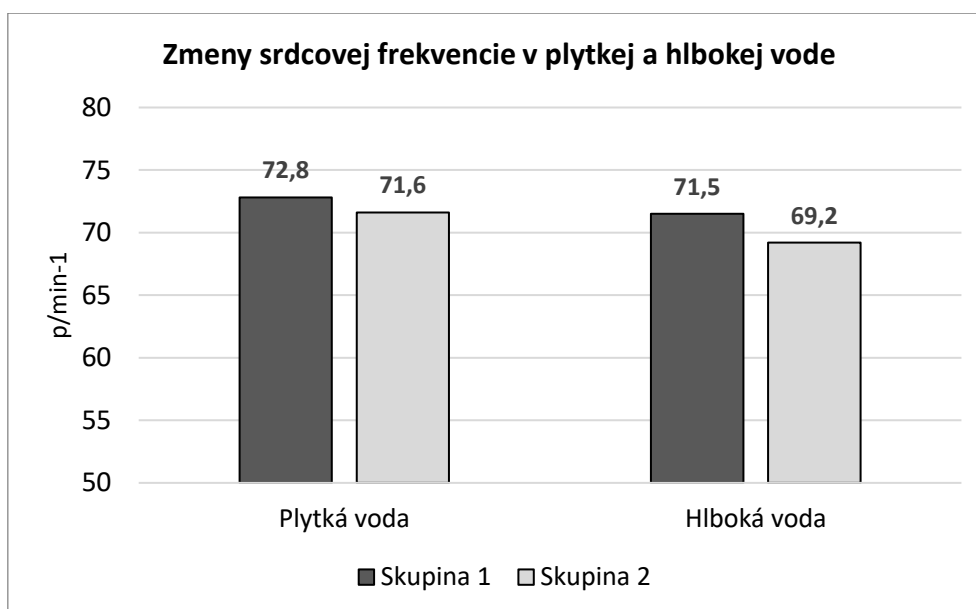
Obrázok 11 Ortoklinostatická skúška

Nárast SF pri zmene polohy tela uvádza obrázok 11. V skupine 1 bola zistená priemerná SF v ľahu na chrbte  $64,3 \pm 4,3 \text{ p.min}^{-1}$  a priemerná SF v stojí  $76,7 \pm 7,1 \text{ p. min}^{-1}$  ( $p < 0,01$ ). V skupine 2, mladšie ženy, bola zistená priemerná SF v ľahu na chrbte  $67,6 \pm 6,8 \text{ p.min}^{-1}$  a priemerná SF v stojí  $79,6 \pm 10,7 \text{ p.min}^{-1}$  ( $p < 0,01$ ). V skupine 3, staršie ženy, bola zistená priemerná SF v ľahu na chrbte  $67,2 \pm 7,2 \text{ p.min}^{-1}$  a priemerná SF v stojí  $79,5 \pm 10,9 \text{ p.min}^{-1}$  ( $p < 0,05$ ). Tento nárast SF bol spôsobený zmenou hydrostatického tlaku krvného stĺpca vo veľkých cievach. Pri prechode z ľahu do stoja dôjde k zníženiu žilového návratu, pretože je žilový návrat v tejto polohe sťažený vplyvom pôsobenia gravitačnej sily. Znížené plnenie srdca krvou v diastole vedie k zníženiu systolického objemu, čo spôsobuje, že na zachovanie minútového objemu srdca sa SF zvýši. V rámci realizovaného záťažového testu na posúdenie regulačného potenciálu autonómneho nervového systému na zmenu polohy tela. Praktickým využitím Ortoklinostatickej skúšky je diagnostika vegetatívnej rovnováhy. Podľa rozdielu  $\text{p.min}^{-1}$  sa hodnotí úroveň reakcie srdca na záťaž. Rozdiel pulzov 6 až 12 – dobrá úroveň, 13 až 19 – uspokojujúca, 20 a viac – neuspokojujúca úroveň. Porovnaním zistených hodnôt SF medzi jednotlivými skupinami rôzneho pohlavia sa rozdiely nepreukázali ako



štatisticky významné. Naše výsledky teda podporujú zistenia štúdie AEA (2010), ktorá taktiež nepotvrdila žiadne štatisticky významné rozdiely v náraste SF medzi pohlaviami pri zmene polohy tela z ľahu do stoja.

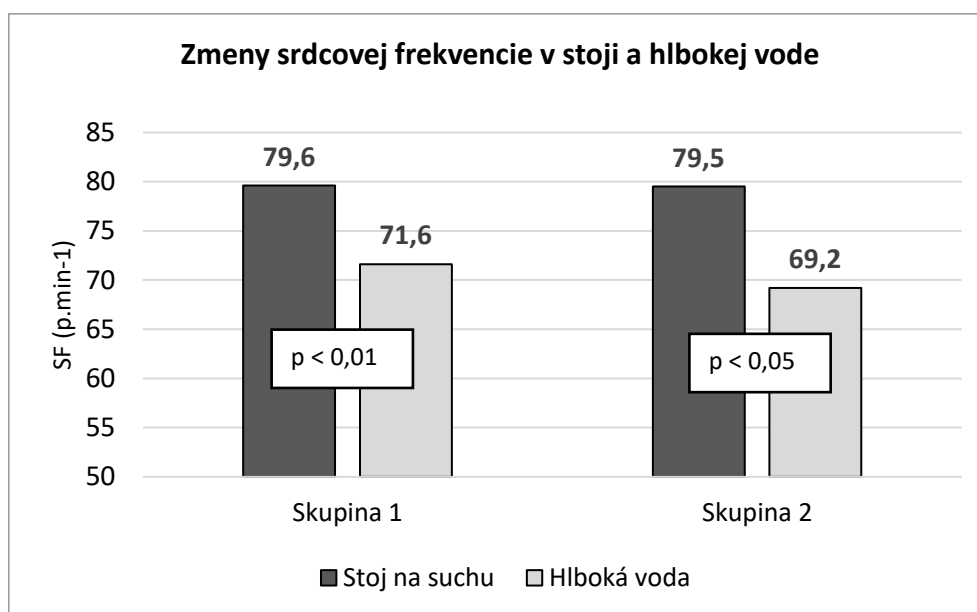
Ďalej sa nebudeme venovať analýze výsledkov štúdie z rodového hľadiska. So zámerom poukázať na prípadné rozdielnosti z hľadiska veku, predkladáme výsledky len skupín žien. Hodnotili sme zmeny srdcovej frekvencie, ako vnútornú reakciu na ponorenie tela do rôznych hĺbok vody. V mladšej skupine žien (skupina 1) sme zistili priemernú SF v stoji v plytkej vode  $72,8 \pm 10,3 \text{ p.min}^{-1}$  a priemernú SF v hlbokaj vode  $71,6 \pm 12,3 \text{ p.min}^{-1}$ . Rozdiel sa prejavil ako štatisticky nevýznamný (obr. 12).



Obrázok 12 Zmeny srdcovej frekvencie skupín žien pri ponorení po mečovitý výbežok hrudnej kosti a vo vise v hlbokaj vode

V staršej skupine žien (skupina 2) bola nameraná priemerná SF v stoji v plytkej vode  $71,5 \pm 7,6 \text{ p.min}^{-1}$  a priemerná SF v hlbokaj vode  $69,2 \pm 6,1 \text{ p.min}^{-1}$ . Rozdiel sa prejavil ako štatisticky nevýznamný. Ako môžeme pozorovať, ani v jednej zo sledovaných skupín nebol zistený štatisticky významný pokles hodnôt SF v stoji v plytkej a v hlbokaj vode. K podobným výsledkom dospeli aj výskumy Krueel et al. (2002). Autori nezistili štatisticky významný rozdiel medzi hodnotami SF

súborov, sledovaných v stoji v hĺbke vody po hrot výbežku hrudnej kosti (os sternum) a vo vise v hlbokoj vode. Domnievame, že významný pokles SF by sa mohol prejavíť, keby sme zväčšili rozdiel hĺbky ponorenia, napríklad, keby sme SF porovnávali v stoji vo vode po kolená a vo vise v hlbokoj vode, kde by sa výraznejšie prejavil vplyv hydrostatického tlaku. Významnosť rozdielov pri prechode zo stoji na suchu do visu v hlbokoj vode uvádza obrázok 13.



Obrázok 13 Zmeny srdcovej frekvencie skupín žien v stoji vedľa bazéna a vo vise v hlbokoj vode

V skupine mladších žien (skupina 1) bola priemerná hodnota SF v stoji na suchu 79,6 p.min<sup>-1</sup> a v hlbokoj vode 71,6 p.min<sup>-1</sup>, pričom priemerný pokles SF v hlbokoj vode bol 8 p.min<sup>-1</sup> (p<0,01). V skupine starších žien, skupina 2, bola zaznamenaná priemerná hodnota SF v stoji na suchu 79,5 p.min<sup>-1</sup> a priemerná SF v hlbokoj vode 69,2 p.min<sup>-1</sup>, pričom priemerný pokles SF bol 10,3 p.min<sup>-1</sup> (p<0,05). Aj keď sme nepotvrdili významný rozdiel poklesu SF z hľadiska veku, zmenou vonkajšieho prostredia v stoji vedľa bazéna a vo vise v hlbokoj vode v prípade oboch skupín žien sa preukázal signifikantne významný pokles. Naše výsledky boli v súlade dlhoročnými výskumami iných odborníkov (Kruel 1994, Coertjens et al. 2000, Waterpaugh et al. 2000, Kruel et al. 2002, Alberton et al. 2003). Jasné potvrdenie

vplyvu vodného prostredia na zmeny vnútorného prostredia človeka (srdcovocievneho a vegetatívneho systému) zhodnocujú znaky kvality prostriedkov v rôznych pohybových aktivitách.

Praktickým prínosom výskumov v oblasti individualizácie vnútornej reakcie organizmu na vodné prostredie, so zámerom následného monitorovania intenzity zaťaženia v tomto prostredí, bola štandardizácia protokolu pre výpočet rozdielov hodnôt SF na suchu a po ponorení do vodného prostredia: Kruelova dedukcia SF vo vode (Kruel Aquatic Heart rate Deduction) (AEA 2018). Táto dedukcia vychádza z Karvonenovej rovnice, zohľadňujúcej individuálne hodnoty rezervnej SF.

PROTOKOL pre determináciu Kruelovej dedukcie srdcovej frekvencie vo vode (AEA 2018): Zistíte minútovú srdcovú frekvenciu po trojminútovom státi mimo bazéna a minútovú srdcovú frekvenciu po trojminútovom státi vo vode (v hĺbke po os sternum). Rozdiel hodnôt (redukcia) sa určí odpočítaním srdcovej frekvencie stojacej vo vode od srdcovej frekvencie stojacej mimo vody. Podmienky prostredia, lieky, kofeín a nadmerný pohyb pri vstupe do bazéna môžu ovplyvniť odozvu srdcovej frekvencie. Je potrebné venovať pozornosť minimalizácii týchto faktorov. Namerané hodnoty sa vkladajú do vzorca pre stanovenie pásiem SF podľa intenzity zaťaženia vo vodnom prostredí, v rozmedzí 50 % - 80 % VO<sub>2</sub>max:

$[(220 - \text{vek} - \text{rezervná SF} - \text{redukcia SF vo vode}) \times \text{intenzita}] + \text{rezervná SF}$

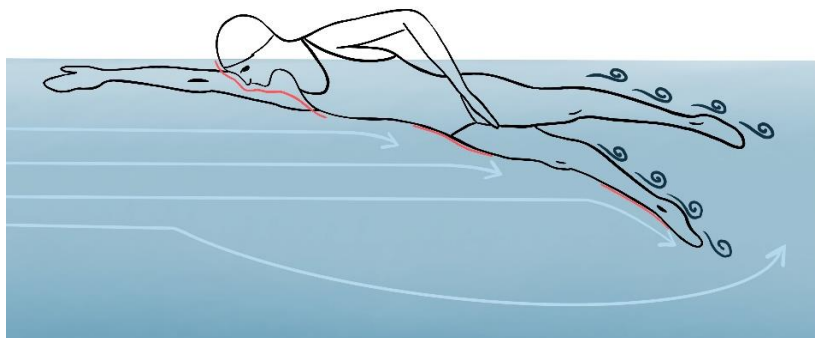
Príklad výpočtu SF pre dolnú hranicu aeróbného zaťaženia vo vode: 50 rokov, rezervná SF 70 p.min<sup>-1</sup>, redukcia SR 8 p.min<sup>-1</sup>, pre intenzitu 65 % VO<sub>2</sub>max:

$[220 - 50(\text{vek}) - 70(\text{RSF}) - 8(\text{redukcia SF vo vode}) \times 0.65 (\text{intenzita})] + 70(\text{RSF}) = 130$

## 2.2 Pohyb vo vodnom prostredí

Ak sa začneme vo vodnom prostredí pohybovať rôznymi smermi musíme vyvinúť hnaciu (propulznú) silu, pričom súčasne vznikajú brzdiace sily, spôsobené vonkajším prostredím (vlastnosťami vody). Mechanickou štruktúrou, mechanickým správaním a mechanickými vlastnosťami živých organizmov, ako aj mechanickými interakciami medzi telom, jeho časťami a vonkajším prostredím sa zaoberá biomechanika. Biomechanika predstavuje analýzu pohybového stavu a zmien vzhľadom na príčiny, sily a vonkajšie podmienky. Pri vysvetľovaní javov sa biomechanika opiera predovšetkým o fyziku a anatómiu (Psalman 2010).

Z hľadiska fyzikálnych zákonitostí pri pohybe vo vodnom prostredí berieme do úvahy všetky tri Newtonove zákony. 1. Zákon o zachovaní energie (zotrvačnosti): Objekt ostane v kľude alebo v pohybe s konštantnou rýchlosťou, kým naň nepôsobí vonkajšia sila (objekty sa budú pohybovať zotrvačnosťou v rovnakom smere a rýchlosti až do zmeny vyvolanej ďalšou silou), 2. Zákon o zrýchlení: Reakcia tela na zrýchlenie je priamo úmerná sile použitej v rovnakom smere ako sila použitá a nepriamo úmerná váhe hmoty, 3. Zákon akcie a reakcie: Pre každú akciu je rovnaká opačná reakcia (dva hmotné body na seba pôsobia rovnako veľkými silami opačného smeru). Podľa charakteru pohybovej štruktúry, ktorou sa vo vode pohybujeme sa tieto zákony prejavujú rôznou mierou. Vodné prostredie počas pohybu človeka na hladine, pod hladinou, v polohách tela horizontálnej alebo vertikálnej, pôsobí na telo silou, hydrodynamickým odporom. Všeobecne rozoznávame tri druhy odporu: čelný, trecí a vírivý (Jursík 1993), (obr. 14).

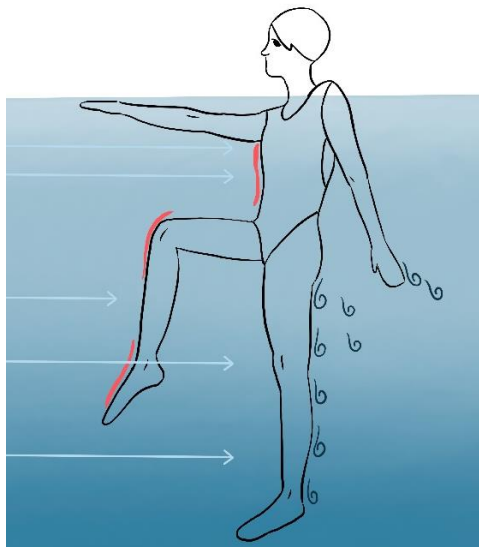


Obrázok 14 Pôsobenie zložiek hydrodynamického odporu pri plávaní

Uvádžeme charakteristiku zložiek hydrodynamického odporu podľa Macejková a Benčuriková (2014): Čelný (tvarový) odpor sa vytvára pred telom plavca, tesne pred každou jeho časťou. Závisí od tvaru a plochy priečneho prierezu tela. Veľkosť čelného odporu ovplyvňuje poloha tela plavca. Tretí odpor predstavuje brzdiace sily vody, vo vrstve, ktorá prilieha k povrchu tela. Jedná sa o laminárne a turbulentné prúdenie. Vírivý odpor je spôsobený turbulenciou vody, ktorá sa tvorí okolo tela plavca. Víry a oblúkové vlny znižujú rýchlosť pohybu, Hofer a kol. (2016) spresňuje pri popise vírivého odporu zdroj vlnenia na povrchu tela plavca. Vznik tzv. prednej vlny podmieňuje najmä hlava a ramená a tzv. zadnej vlny vytvárajú boky prípadne stehná. Pri Pohybe plavca je z hľadiska hydrodynamických síl dôležitý hydrodynamický vztlak. Vplyvom obtekania po dlhšej dráhe sa zvyšuje rýchlosť pohybu plavca ako aj dynamický tlak, ktorý podľa Bernoulliho princípu znižuje statický tlak (Jursík, 1990). Výsledným efektom týchto dvoch tlakov vzniká podtlak, ktorý poháňa plavca vpred a prejavuje sa ako hydrodynamický vztlak. Táto sila pôsobí kolmo na smer pohybu a to spôsobuje vznik pretlaku a podtlaku u záberových končatinách. V súťažnom plávaní je snaha čo najviac znížiť odpory prostredia, pre dosahovanie najrýchlejších časov. Autori, zaoberajúci sa problematikou biomechaniky a techniky plávania vo svojich publikáciách podrobne analyzujú a objasňujú javy, najmä za účelom zvýšenia efektivity techniky plaveckých spôsobov, štartov a obrátok (Jursík a kol. 1993, Macejková a Hlavatý 1996, Čechovská a Miler 2008, Macejková a kol. 2005, Merica 2007, Macejková a kol. 2010, Hofer a kol. 2016, Ružbarský a Matúš 2021).

Okrem dosahovania kvalitných športových výkonov v plaveckých športoch, je dôležité poznať, rešpektovať a vhodne aplikovať biomechanické princípy pohybu vo vodnom prostredí. Preto sa v tréningu vo vodnom prostredí osôb s nízkou úrovňou plaveckých kompetencií a kondície využívajú rôzne druhy pohybových činností prevažne aeróbného charakteru, ktoré zahŕňa aquafitness. Pestrá paleta pohybových programov vo vode môže byť zameraná na rozvoj telesnej zdatnosti, stimulovanie komponentov zdravotne orientovaného fitness, ako aj pri rekondícii. Najpríťažlivejšie pre športovcov iných špecializácií sú behy a posilňovanie v

rôznej hĺbke vody. Pôsobenie zložiek hydrodynamického odporu počas chôdze vo vode znázorňuje obrázok 15.



Obrázok 15 Pôsobenie zložiek hydrodynamického odporu pri chôdzi vo vode

Čelný odpor je dôležitý faktor ovplyvňujúci intenzitu pohybu, ktorého veľkosť je závislá od veľkosti povrchu tela pohybujúceho sa proti odporu vody (Macejková a Hlavatý 1996). Čím sa plocha čelného odporu v smere pohybu zväčšuje, tým sa zvyšuje intenzita zaťaženia. Rozmiestenie jedincov v priestore pri presunoch vo vertikálnych polohách tela (chôdza a beh vo vode) ovplyvňuje podmienky pôsobenia čelného odporu. Na zvýšenie intenzity zaťaženia počas cvičenia vo vode sa využíva manipulácia s veľkosťou čelného odporu. Používa sa špeciálne náčinie a pomôcky s rôznou veľkosťou povrchu (napr. vodné činky). Pri chôdzi, behu a cvičení vo vodnom prostredí sa presúva ťažisko tela, resp. je narušená rovnováha. Dôsledkom hydrostatického vztlaku je udržanie rovnováhy vo vodnom prostredí náročnejšie ako na suchu (AEA 2006). Na druhej strane vztlaková sila umožňuje menšiu aktivitu anti-gravitačných svalov, a tým uľahčuje správne držanie tela (Butts et al. 1991).

### 2.2.1 Výskumy z oblasti vybraných plaveckých športov

Plavecké športy majú niekoľko spoločných menovateľov. Majú rovnaké prostredie, v ktorom súťaže prebiehajú, všetky patria do programu letných olympijských hier a pre všetky je esenciálna súčasť športovej prípravy plávanie. Podľa charakteru športového výkonu sú veľmi rozdielne. Športové a diaľkové plávanie sú charakterizované prekonávaním určených vzdialeností v čo najkratšom čase. V ostatných plaveckých športoch je plávanie dôležitou súčasťou športovej prípravy, ale vo vlastnom športovom výkone sa čiastočne objavuje modifikáciou jednotlivých plaveckých spôsobov (vodné pólo, synchronizované plávanie) alebo sa nevyskytuje (skoky do vody). Zameranie vedeckého bádania v jednotlivých odvetviach reflektuje potrebu prínosu poznatkov, najmä z oblasti štruktúry športového výkonu, biologických predpokladov pre dosahovanie maximálnej výkonnostnej úrovne, ako aj dlhodobé modelovanie športovej prípravy. Porovnávacie štúdie zaoberajúce sa plaveckými športami sú ojedinelejšie, avšak preukazovanie spoločných a rozdielnych biologických, motorických alebo psychologických ukazovateľov elitných športovcov, považujeme za prínosné pre odbornú komunitu. Vychádzajúc zo všeobecných poznatkov, že morfológia tela, aeróbna, anaeróbna kapacita a svalová sila sú jedným z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich športový výkon súhlasíme, že každý šport, plavecké športy nevynímajúc, má špecifické požiadavky, ktoré sa môžu medzi športami značne líšiť. Aj vzhľadom na poznatky, že okrem športovej prípravy a výživy ovplyvňujú rozdiely medzi jednotlivými športovcami genetické faktory (Eynon et al., 2011), sme sa podujali v spolupráci s genetikmi priblížiť uvedenú problematiku.

**Antropometria, zloženie tela a ACE genotyp elitných súťažných plavkýň a synchronizovaných plavkýň** (Grznár, Labudová et al. 2017). Plavecký výkon je ovplyvnený komplexnou interakciou fyziologických, morfológických, neuromuskulárnych, biomechanických a technických faktorov a schopnosťou plavca opakovane efektívnym spôsobom prekonávať odpor vody (Maglischo 2003, Brauer et al. 2007). V dôsledku toho si súťažné plávanie vyžaduje špecifické

antropometrické ukazovatele, napríklad telesnú výšku (Pokorná a Oplištilová 2019). Športový výkon v synchronizovanom plávaní si vyžaduje kombináciu vytrvalostných schopností, sily, ohybnosti, akrobacie a plaveckých kompetencií, ktoré sa spájajú do jedného technicko-umeleckého výkonu (Mountjoy, 2009, Gabrilo et al., 2011 Ghiani et al. 2016). Cieľom športového výkonu v synchronizovanom plávaní je presné predvedenie kondično-koordinačne náročného pohybu s bezchybnou technikou. Snahou športovca je vykonať konkrétnu pohybovú úlohu čo najracionálnejšie (Labudová 2011). Lundy (2011) poukazuje na dôležitosť telesných kritérií, ktoré podmieňujú lepšiu vznášateľnosť vo vode, nižšie zastúpenie svalovej hmoty a určitý podiel telesného tuku, v prípade synchronizovaného plávania. Konštatuje taktiež, že pre športovcov v synchronizovanom plávaní, podobne ako v športovom plávaní, sú dlhšie končatiny dôležitými antropologickými charakteristikami určujúcimi športový výkon. Autori Sandbakk et al. (2018) hodnotili prejavy dimorfizmu medzi vytrvalostnými plavcami a tvrdia, že zatiaľ čo efektívnosť pohybového zaťaženia u mužov a žien je zvyčajne podobná, ženy majú lepšiu schopnosť metabolizovať tuk a vykazujú lepšiu hydrodynamiku a rovnomernejšie tempo, čo môže byť výhodné najmä pri dlhotrvajúcich plaveckých pretekoch. V súčasnosti sa so športovým výkonom spája viac ako 200 genetických variantov (Eynon et al. 2011). Prvým opísaným genetickým polymorfizmom ovplyvňujúcim športový výkon bol polymorfizmus génu ACE. Angiotenzín konvertujúci enzým (ACE) je kľúčovou súčasťou renínového angiotenzínového systému a hrá ústrednú úlohu v regulácii krvného tlaku. Udržiava obehovú homeostázu. Polymorfizmus génu ACE je lokalizovaný v intróne 16 a pozostáva buď z inzernej (I) alely alebo delenej (D) alely, čo vedie k trom genotypom: II, ID a DD. Alela I vedie k nižšej aktivite ACE v sére a tkanive. Je spojená s vyšším podielom pomalých svalových vlákien I. typu, vyššou efektívnosťou aeróbného výkonu, lepšou odolnosťou proti únave, vyšším oksyficiením periférnych vlákien počas aktivity a výraznejšou aeróbnou odozvou na tréning (Shenoy et al. 2010). Alela D je spojená s vyšším percentom rýchlych svalových vlákien typu II b, ktoré sú nevyhnutné pre maximálny silový výkon v krátkom čase (Zhang et al. 2003). Vo všeobecnosti je frekvencia genotypu II vyššia u športovcov



praktizujúcich športy s vysokou aeróbnou aktivitou. Genotyp DD je častejší u silových športovcov (Puthuchearny et. al. 2011). Polymorfizmus ACE génu sledoval u vytrvalostných plavcov Tsianos et al. (2004).

Súbor tvorilo celkovo 59 probandiek, rozdelených do troch skupín: synchronizované plavkyne (SYN; n=14; 15±1,5 roka), športové plavkyne (CSS: n=12; 16,1±0,6 rokov), kontrolná skupina nešportujúcich dievčat (CON: n=33, vek 16,0±0,6 rokov). Všetky členky skupiny SYN boli členkami slovenskej reprezentácie, pričom sa štyri z nich zúčastnili na Európskych hrách 2015, dve na Majstrovstvách Európy juniorov a šesť na Majstrovstvách sveta. Všetky zúčastnené plavkyne boli finalistami Majstrovstiev Slovenska a špecializovali sa na krátke trate (50, 100 a 200 m), pričom tri z nich boli členkami slovenskej reprezentácie a dve z nich sa zúčastnili Majstrovstiev Európy. Všetky probandky písomne súhlasili s účasťou na štúdiu. Zisťovali sme nasledovné antropometrické parametre: telesnú hmotnosť, telesnú výšku, výšku v sede, dĺžku celej preferovanej paže a dĺžku predlaktia tej istej paže. Zloženie tela sa analyzovalo bioelektrickou impedanciou (Omron BF511). Priebeh genetickej analýzy bol nasledovný: genómová DNA sa extrahovala z bukalných výterov a uskutočnila sa polymerázová reťazová reakcia polymorfnej oblasti génu ACE obsahujúceho buď fragment inzercie I alebo delécie D (ACE I/D). Kolmogorov Smirnov test ukázal normalitu distribúcií a homoskedasticita rozptylu bola preukázaná Leveneovým testom pre všetky premenné ABB. Potom bola vypočítaná analýza rozptylu s následnými Scheffeho post-hoc, aby sa zistili rozdiely medzi skupinami v ABB. Rozdiely variácií ACE I/D medzi skupinami boli identifikované pomocou Chi-Square testu. Na základe spracovania výsledkov boli zistené významné rozdiely medzi skupinami pre všetky premenné ABB (tab. 3). Konkrétne, CSS boli vyššie ako SYN, čo dokazuje Scheffeho post-hoc analýza. SYN vážili menej ako CSS a CON skupiny (p=0,01) a mali nižšie BMI a percento telesného tuku ako CON. CON mali najnižšie percento svalovej hmoty (p=0,01) a mali najkratšiu dĺžku predlaktia (p=0,01). CSS mali najdlhšiu dĺžku hornej končatiny (p=0,01). SYN mali vyšší pomer B v porovnaní so skupinou CSS a CON (p=0,01).

Tabuľka 3 Štatistické charakteristiky sledovaných parametrov a rozdiely medzi skupinami vypočítané analýzou rozptylu (ANOVA) so zodpovedajúcou významnosťou Scheffeho post-hoc testu

	Synchronizované plávanie (n = 14)	Športové plávanie (n = 12)	Kontrolná skupina (n = 33)	ANOVA	
	Priemer ± sd	Priemer ± sd	Priemer ± sd	F test	p
TV (cm)	163,99±4,91 ¥	170,78±5,6	166,09±6,01	4,78	0,01
TH (kg)	50,13±7,73 ¥, £	61,01±5,57	58,48±10,07	5,94	0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18,44±2,23 £	20,88±1,6	21,24±3,66	4,26	0,02
TT (%)	16,09±4,8 £	21,83±5,24	26,43±7,49	12,54	0,01
SH (%)	36,05±2,1 £	34,73±2,25 £	31,7±2,96	15,28	0,01
DHK (cm)	74,6±3,06 ¥	80,09±2,44 £	73,86±3,41	17,58	0,01
DP (cm)	43,49±1,42 £	44,93±1,56 £	37,43±1,88	113,20	0,01
Rozdiel B	0,58±0,02 ¥, £	0,56±0,01 £	0,51±0,02	145,66	0,01

LEGENDA: TV – telesná výška, TH – telesná hmotnosť, BMI – body mass index, TT – telesný tuk, SH – svalová hmota, DHK – dĺžka hornej končatiny, DP – dĺžka predlaktia, Rozdiel B – rozdiel medzi DHK a DP, ¥ denotes significant post-hoc diferencie pri porovnaní s Športovým plávaním, £ denotes significant post-hoc diferencie pri porovnaní s Kontrolnou skupinou

Frekvencie genotypu ACE v oboch skupinách športovcov ako aj v kontrolnej skupine splňali kritérium HWE (tab. 4). Medzi skupinami SYN, CSS a CON neboli žiadne významné rozdiely vo frekvenciách genotypov (p=0,891).

Tabuľka 4 Distribúcia genotypu ACE I/D u synchronizovaných plavkýň, súťažných plavkýň a nešportujúcej skupiny

Súbor	Distribúcia genotypu ACE			Fisher exact test p
	DD	ID	II	
SYN (n=14)	35,7%	42,9%	21,4%	0,89
CSS (n=12)	33,3%	50,0%	16,7%	
CON (n=30)	23,3%	56,7%	20,0%	

Zistili sme, že skupina športových plavkýň (CSS) bola najvyššia so sledovaných skupín probandiek. Naše zistenia sú v súlade s poznatkami autorov Erlandson et al. (2008), ktorí uviedli, že plavci sú vyšší ako športovci v iných športoch. Podobne štúdia Geladasa et al. (2005) poukázala na skutočnosť, že telesná výška spolu s dlhšími končatinami sú spojené s lepším plaveckým výkonom. Nepriamo sme uvedené potvrdili, pretože sme zistili najdlhšiu dĺžku hornej končatiny v skupine plavkýň (CSS). V prípade synchronizovaných plavkýň sme v súlade s autormi Bognadis et al. (2007) dospeli k záveru, že telesná výška pretekárov by mala byť podobná s telesnou hmotnosťou a s nižším BMI v porovnaní s nešportujúcimi rovesníkmi zodpovedajúceho veku a pohlavia. Sledovaný súbor SYN mal najnižšie BMI a telesnú hmotnosť zo všetkých troch skupín. Podobné antropometrické hodnoty v parametroch telesnej výšky, telesnej hmotnosti a telesného tuku zistili autori Peric et al. (2012). Pri porovnaní synchronizovaných plavkýň so športovkyňami v príbuzných estetických športoch v rovnakej vekovej kategórii sú akvabely vyššie a vážia viac. Nami zistené hodnoty telesného tuku v skupine SYN sú podobné ako u krasokorčuliarok (Monsma et al. 2005) a vyššie ako v športovom aerobiku (Kyselovičova et al. 2016). Predpokladáme, že tieto zistenia súvisia s podmienkami vonkajšieho prostredia, kde sa športový výkon realizuje. K zaujímavému zisteniu prišiel kolektív autorov Peric et al. (2014) v štúdiu, ktorá skúmala antropometrické, fyziologické a motorické ukazovatele 16 – 17-ročných pretekárov pri predpovedaní súťažných výsledkov. Na základe negatívnej korelácie hodnôt telesného tuku k predpovedi zisku bodov v súťaži

sólistiek upozorňuje, že športovci a tréneri by si mali byť vedomí pravdepodobného negatívneho vplyvu veľmi nízkej hladiny telesného tuku na súťažné výsledky.

Záverom môžeme konštatovať, že zistené rozdiely v sledovaných antropometrických parametroch medzi skupinou športových plavkýň (CSS) a skupinou synchronizovaných plavkýň (SYN) naznačujú spojitosť so špecifickými požiadavkami športových výkonov. Pri športovom plávaní je dôležitá telesná výška a dĺžka paží, ako jeden z dôležitých faktorov určujúcich súťažný výkon v tomto športovom odvetví. V prípade synchronizovaného plávania je požadovaná nízka telesná hmotnosť spojená s nižším percentom telesného tuku. Pre udržanie tela a jeho častí čo najvyššie nad hladinou vody, najmä vo vertikálnych polohách strmhľav, je dominancia účinnosti propulznej (opornej) sily scullingom (podporným záberom) vykonávaným hornými končatinami, dominantne predlaktím. Sledovaním polymorfizmu plavcov sa venoval Grenda et al. (2014). Významnosť rozdielov variácií polymorfizmu ACE I/D medzi nami pozorovanými skupinami sa neprejavila.

### **2.2.2 Výskumy z oblasti pohybových aktivít vo vode**

Okrem plávania, ktoré je najrozšírenejším pohybovým prostriedkom vo vodnom prostredí, vodné prostredie umožňuje cielený športový tréning k dosahovaniu maximálnych výkonov, ako aj možnosť regenerácie, upevnenia zdravia alebo stimuláciu prípadne rozvoj dispozícií, indikujúcich úroveň telesnej zdatnosti. Pohybové aktivity vo vodnom prostredí sú veľmi rôznorodé a podľa zamerania a obsahu sledujú rozdielne ciele. V praxi sa aquafitness preukazuje aj ako vhodná alternatíva tréningu pre športovcov po zraneniach, ako aj pre osoby s chorobami kĺbov, vďaka nadľahčovaniu ľudského tela a následne zníženého zaťaženia kĺbov a chrbtice vplyvom spôsobenia hydrostatického vztlaku. Pestrá ponuka pohybových programov, realizovaných prevažne vo vertikálnej polohe tela a v rôznej hĺbke vody, je vhodná pre široké spektrum populácie rôzneho veku, s rozdielnou úrovňou telesnej zdatnosti. Rôzne druhy aquafitness majú prevažne

aeróbný charakter a nie sú vždy podmienené úrovňou plaveckej spôsobilosti napr. aerobik vo vode, tanec vo vode, posilňovanie vo vode, beh alebo chôdza vo vode (Rodriguez-Adami 2002, Čechovská a kol. 2003, Labudová-Ďurechová 2005, AEA 2010). Chôdza vo vode (aquawalking), ktorej pohybová štruktúra je analogická chôdzi na suchu, sa realizuje v plytkej a prechodnej vode. Chôdza vo vode zahŕňa jednoduché lokomočné pohyby. Líši sa od chôdze na suchu hlavne zvýšenými nárokmi na prekonávanie odporu vodného prostredia a prispôbením sa pôsobiacim fyzikálnym zákonitostiam. Zahŕňa variácie polôh tela a jeho častí voči hladine vody. Medzi základné kroky patrí napr. chôdza vpred, vzad, chôdza bokom, na špičkách, na päťách, krok-prísun, s pomocou a bez pomoci záberov paží. Pohybové programy chôdze vo vode sú vhodné najmä ako rehabilitačný, regeneračný a rekondičný prostriedok.

Efektívnosť programov zabezpečuje dodržiavanie princípu F.I.T.T., kde dôležitým ukazovateľom je nielen frekvencia zaťažovania, trvanie a typ aktivity, ale najmä jej intenzita. Dostupná a čoraz viac využívaná, okrem objektívnych metód hodnotenia intenzity zaťaženia, je subjektívna metóda hodnotenia vynaloženej námahy bodovou škálou podľa Borgovej stupnice (tab. 5). Zahŕňa v sebe hodnotenie viacerých dimenzií, je určitou integráciou svalovej činnosti, zmien srdcovo-cievneho systému, bolesti, psychologického stresu, telesnej teploty a podmienok, v ktorých sa cvičí (Borg 1982, Borg 2010).

Tabuľka 5 Subjektívne vnímanie vynaloženej námahy (Borg 2010)

<b>Borgová škála 6-20 (subjektívne hodnotenie intenzity zaťaženia)</b>		
6	žiadne zaťaženie	necítíme žiadnu námahu, nemáme zrýchlené dýchanie ani nenamáhamo svaly, je to ako pohodlné sedenie na stoličke alebo ležanie na posteli
7	extrémne slabé zaťaženie	
8		
9	veľmi slabé zaťaženie	malá alebo žiadna námaha, ako napríklad krátka prechádzka vlastným tempom
10		
11	slabé zaťaženie	cítíme sa pohodlne, takto by sme sa mali cítiť pri cvičení alebo fyzickej aktivite
12		
13	stredné zaťaženie	cítíme sa dobre, aktivita silnie, namáhame sa, ale môžeme v aktivite pokračovať
14		
15	silné zaťaženie	aktivita je ťažká a únavná, ale pokračovanie nie je náročné, námaha a úsilie je približne v polovici maxima
16		
17	veľmi silné zaťaženie	takto sa cítime pri ťažkom, namáhavom výkone, sme unavení, musíme sa prekonávať
18		
19	extrémne silné zaťaženie	najväčšia námaha akú sme kedy zažili, dlho ju už nevydržíme vykonávať
20	absolútne maximum	v takejto náročnej aktivite nemôžeme pokračovať

Existujú dva typy Borgovej škály, pričom jedna má stupnicu 0 až 10 bodov a používa sa najmä pre špeciálne skupiny populácie. Druhá škála, odvodená od hodnôt srdcovej frekvencie, uvádza hodnotenie v pásme 6 až 20 bodov (tab. 5). Zaujímavosťou tejto škály je, že ak k jednotlivým číslam pridáme „0“, dostaneme hodnotu, ktorá vyjadruje približnú SF pri zaťažení. V štúdiách, zaoberajúcich sa porovnaním významnosti rozdielov objektívneho (SF) a subjektívneho (Borgova škála) hodnotenia intenzity zaťaženia, ako aj ich vzťahmi sa preto vo výpočtoch bodová hodnota násobí 10. Pri aeróbnom zaťažení je odporúčaná intenzita

zaťaženia v pásme 4 až 5 bodov v stupnici 1 – 10 a v pásme 12 až 16 bodov v stupnici 6 – 20 a podľa Borgovej škály.

**Úroveň telesnej zdatnosti športujúcich dospelých indikovaná Testom 500 yardov chôdza v plytkej vode.** V rámci výskumov na Katedre športov prírody a plávania FTVŠ UK sme realizovali štvorročnú štúdiu, ktorú uvádzame. Súbor celkovo tvorilo 142 slovenských študentov, z čoho bolo 68 mužov a 74 žien. Merania prebiehali v 25 m bazéne, s teplotou vody 27°C.

Tabuľka 6 Normy telesnej zdatnosti - Test chôdze vo vode pre populáciu do 30 rokov (500 yard Shallow Water Walk Test, AEA 2006)

<b>Telesná zdatnosť</b>	<b>MUŽI čas (min)</b>	<b>ŽENY čas (min)</b>
Výborná	menej ako 6:47	menej ako 7:56
Dobrá	6:48 - 7:26	7:57 - 8:37
Priemerná	7:27 - 8:05	8:38 - 9:18
Nízka	8:06 - 8:44	9:19 - 9:59
Veľmi nízka	viac ako 8:45	viac ako 10:00

Popis testovania: Testovaná osoba zaujme miesto pri okraji bazéna v hĺbke vody po os sternum. Na povel rýchlou chôdzou s pomocou záberov paží a pri zachovaní vzpriamenej polohy trupu prekoná vzdialenosť 500 yardov (457 m). Počas celého testu musí byť zachovaná rovnaká úroveň hladiny vody a stály kontakt chodidla s podložkou. Test je možné realizovať skupinovo, treba však dbať na rozostavenie probandov z hľadiska zachovania rovnakých podmienok (čelný odpor a hĺbka vody). Čas potrebný na prekonanie určenej vzdialenosti sa zaznamenáva v minútach. Tabuľka 6 uvádza normy úrovne telesnej zdatnosti dospeléj populácie podľa času, potrebného na prekonanie 500 yardov chôdzou v plytkej vode (AEA 2010). Na základe výsledkov (tab. 7), podľa počtu probandov v skupinách mužov

a žien zoradených podľa ich výkonov, indikovaných časom, potrebným na prekonanie požadovanej vzdialenosti, môžeme konštatovať, že z počtu 68 mužov dosiahlo výbornú úroveň telesnej zdatnosti 23 probandov, dobrú úroveň vykazovalo 25, priemernú 19 a nízku úroveň telesnej zdatnosti 1 testovaný. Z počtu 74 žien dosiahlo výbornú úroveň telesnej zdatnosti 56 probandiek, dobrú úroveň vykazovalo 17 a priemernú 1 testovaná. Pri porovnaní dosiahnutých výsledkov mužov a žien, sa preukázal súbor žien s lepšou úrovňou telesnej zdatnosti.

Tabuľka 7 Úroveň telesnej zdatnosti slovenských športujúcich dospelých podľa noriem Test 500 yardov chôdza v plytkej vode

Telesná zdatnosť	MUŽI (n = 68)	ŽENY (n = 74)
	Výskyt (%)	
výborná	33,82	75,7
dobrá	36,76	22,97
priemerná	27,95	1,35
nízka	1,47	0
veľmi nízka	0	0

Na základe zistených výsledkov a ich porovnaním s odporúčanými normami pre populáciu do 30 rokov, môžeme usudzovať, že súbor tvorili probandi s výbornou, dobrou a priemernou úrovňou telesnej zdatnosti. Záverom konštatujeme, že Test 500 yardov chôdze v plytkej vode vzhľadom na jeho prístupnosť podľa obsahu a organizácie je vhodnou možnosťou posúdenia úrovne telesnej zdatnosti dospeljej populácie a môže byť aj jedným z prostriedkov rozvoja úrovne aeróbnej vytrvalosti a silových schopností vo vodnom prostredí.



Inovatívne prístupy hodnotenia telesnej zdatnosti rôznych skupín populácie sa orientujú na možnosti využitia vodného prostredia, vhodným prostriedkom testovania môže byť aj beh v plytkej vode.

**Diagnostika telesnej zdatnosti vysokoškolákov päťminútovým behom v plytkej vode** (Labudová a Grznár 2021). V prierezovej štúdii sme sa zaoberali overovaním novšieho testu vo vodnom prostredí určenom pre dospelú populáciu. Cieľom štúdie bolo zistiť úroveň telesnej zdatnosti dospeléj populácie testom 5-minútového behu v plytkej vode a spresniť poznatky o možnostiach hodnotenia intenzity zaťaženia objektívnou a subjektívnou metódou. Súbor tvorili 40 muži, s priemerným vekom  $23,5 \pm 2,3$  roka, so skúsenosťou z rôznych športových odvetví, ktorí realizovali týždenne rôznu pohybovú aktivitu približne 5 až 6 hodín. Empirické údaje sme získali objektívnou metódou merania prekonanej vzdialenosti po dobu testu (m), srdcovej frekvencie po ukončení pohybového testu (SF) a bodovým hodnotením pocitovanej námahy podľa Borgovej škály (Borg 2010). Výskum bol realizovaný na plavárni FTVŠ UK v Bratislave, v šesťdráhovom 25 m bazéne, s rôznou vodou, s teplotou 28°C.

Popis testovania: Testovaná osoba zaujme miesto pri okraji bazéna v požadovanej hĺbke vody (úroveň hladiny dosahuje mečovitý výbežok hrudnej kosti). Na povel behom, pri zachovaní vzpriamenej polohy trupu, prekoná čo najväčšiu vzdialenosť za čas 5 minút. Počas celého testu musí byť zachovaná rovnaká úroveň hladiny vody, proband môže zapájať do pohybu paže (striedavý záber dlaňami pod vodou v smere pohybu). Meranie sa môže realizovať skupinovou formou, pri zabezpečení rozostupov medzi probandami tak, aby mal každý rovnaké podmienky počas celého vykonania testu z hľadiska pôsobenia hydrodynamických zákonitostí (odpor vodného prostredia). Meria sa vzdialenosť, prekonaná počas daného časového úseku (m). Výkon v teste sme hodnotili podľa hodnotiacej škály, ktorá sa používa na priebežné hodnotenie v rámci predmetu Kondičná príprava a regenerácia vo vodnom prostredí na FTVŠ UK v Bratislave (tab. 8).

Tabuľka 8 Test 5 minút beh v plytkej vode (muži do 30 rokov)

<b>MUŽI</b> <b>Telesná zdatnosť</b>	<b>Prekonaná</b> <b>vzdialenosť (m)</b>
Výborná	viac ako 330
Dobrá	305 - 329
Priemerná	275 - 304
Nízka	255 - 274
Veľmi nízka	menej ako 254

Pri spracovaní údajov sme použili základné štatistické charakteristiky (tab. 9). Na porovnanie významnosti rozdielov objektívnej a subjektívnej metódy hodnotenia intenzity zaťaženia sme použili matematicko-štatistické spracovanie poradovým Wilcoxonovým testom.

Tabuľka 9 Základné štatistické charakteristiky sledovaných premenných súboru (Labudová a Grznár 2021)

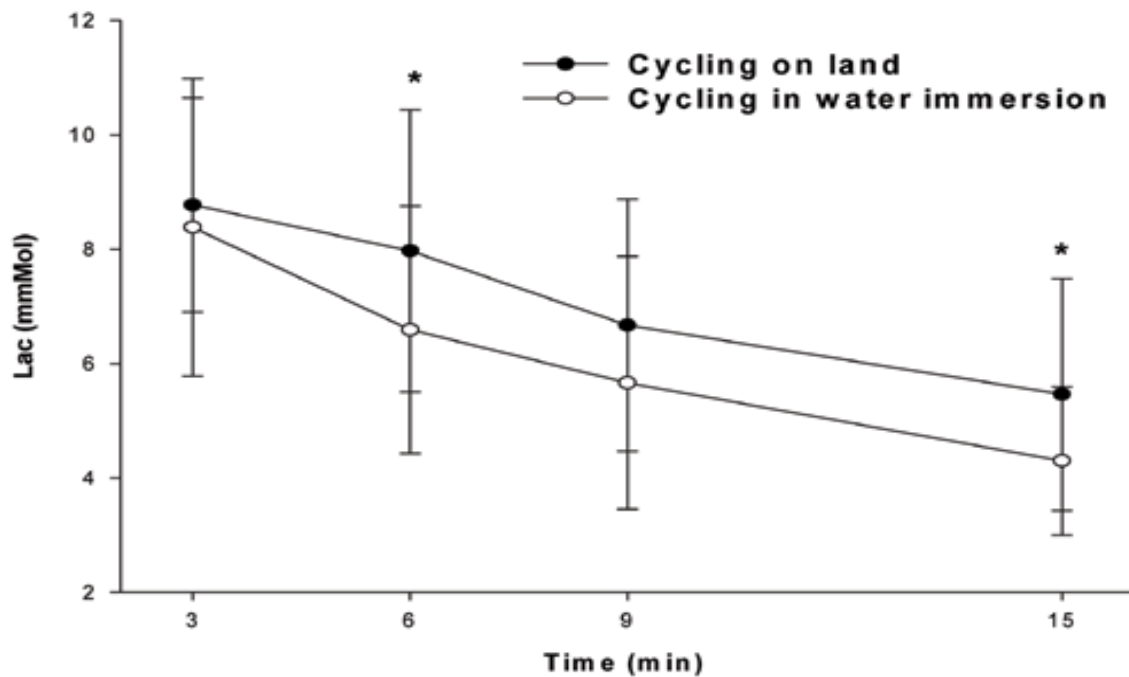
<b>Parameter</b>	<b>Vek</b>	<b>SF</b>	<b>Borg škála</b>	<b>Vzdialenosť za 5 min (m)</b>
	<b>(roky)</b>	<b>(bpm)</b>	<b>(body x 10)</b>	
Priemer	25,25	142,52	135,58	326,59
Smerodajná odchýlka	1,32	20,36	14,5	14,4
Medián	25	160	140	328,38
Min.	23	96	100	287
Max.	28	180	170	350

Vyhodnotením výkonov v teste sme zistili, že v sledovanom súbore dosiahlo výbornú úroveň telesnej zdatnosti 50 %, dobrú 37,5 % a priemernú úroveň 12,5 % probandov. Pre všeobecnosť Borgovej škály na meranie intenzity množstva podnetov, skúseností a pocitov vnímania vynaloženej námahy je často v štúdiách aplikovaná. Práve jej kategorizácia škály, ktorá je odvodená od hodnôt srdcovej

frekvencie, pričom body zodpovedajú desatine hodnoty SF, vytvára priestor pre jej aplikáciu najmä počas aeróbnych pohybových aktivít. V štúdií sme zistili, že priemerné skóre bolo  $13,6 \pm 1,45$  bodov. Najčastejšie probandi uviedli hodnoty 15 bodov. Potešiteľné je, že až 95 % sledovaného súboru hodnotilo pohybový test ako optimálny pre rozvoj kondície (medzi 11 až 16 bodom škály). Vyskytli sa však medzi probandami hodnotenia (2%), že pohybová úloha je veľmi namáhavá (17 bodov škály). Rôznorodú úroveň telesnej zdatnosti a subjektívneho vnímania prezentuje aj fakt, že v súbore bol proband, ktorý posúdil test za veľmi ľahký, čo môže súvisieť s jeho aktívnym športovaním, kde sa špecializuje na triatlon. Na základe matematicko-štatistického spracovania sme zistili, že rozdiel medzi objektívnym a subjektívnym hodnotením intenzity zaťaženia testom nevykazuje významnosť rozdielov. Viaceré štúdie potvrdzujú existenciu signifikantného vzťahu medzi subjektívnymi a objektívnymi metódami merania intenzity zaťaženia, taktiež lineárny vzťah medzi  $VO_2\max$  a Borgovou škálou, so základnými kardiovaskulárnymi a respiračnými parametrami, pričom sa prevažne jedná o vytrvalostný charakter pohybových úloh, aj v rozdielnom prostredí (Garcin a kol. 2003, Nagyová a kol. 2017). Dôležitým faktorom pri relevantnosti zberu dát je skutočnosť, že probandi majú skúsenosť s pravidelným športovaním a sú schopní posúdiť stupeň zaťaženia.

Vyhodnotením výsledkov sme potvrdili, že Test 5-minútový beh v plytkej vode spĺňa aeróbny charakter zaťaženia a taktiež, že Borgova stupnica je porovnateľná s objektívnou metódou hodnotenia intenzity zaťaženia pohybovo aktívnej populácie mužov do 30 rokov. Odporúčame aplikovanie Testu 5-minútového behu v plytkej vode pre rôzne skupiny populácie, napríklad vysokoškolákov, ktorí nie všetci majú požadovanú úroveň plaveckej spôsobilosti, ako vhodný diagnostický nástroj posúdenia ich telesnej zdatnosti. Taktiež je prípadne využiteľný pre špeciálne skupiny populácie. Uvedený test sa javí ako vhodný ako pohybový prostriedok pre rozvoj kondičných, ale aj koordinačných schopností.

V ostatnom období stúpa záujem bežnej aj športujúcej populácie o bicyklovanie vo vode (aquacycling) na modifikovanom stacionárnom bicykli (aquabice). Niektoré výskumy ukazujú (Masi et al., 2007), že bicyklovanie vo vode je vhodné využívať v rámci aktívnej regenerácie po cvičeniach s vyššou intenzitou ako je ventilačný prah. Krvný laktát sa rýchlejšie dostane na svoje východiskové hodnoty po bicyklovaní vo vode ako na suchu (obr 16).



Obrázok 16 Priebeh poklesu hodnôt laktátu počas bicyklovania v rozdielnom prostredí (Masi et al. 2007)

Medzi najznámejšie typy bicyklov vo vode patria SHARKBIKEWAVE VARIANT SAPILO, Aquabike SAPILO BIKE PRO (Taliansko), HYDRORIDER AQUABIKE EASY LINE a HYDRORIDER AQUABIKE Professional (USA). Určité obdobie bol dostupný aj výrobok z Českej republiky AQUAbike MAUTING, na ktorého overovaní, propagácii a distribúcií do slovenských kúpeľných zariadení, wellnes centier a športových klubov sme sa podieľali.

**Objektívne a subjektívne hodnotenie intenzity zaťaženia počas bicyklovania vo vode.** V rámci spolupráce s firmou TRIPAL s.r.o., ktorá distribuovala vodný rotoped AQUAbike MAUTING sme realizovali niekoľko meraní a štúdií. Napríklad sme zisťovali a hľadali súvislosti medzi vnútornou reakciou organizmu

a subjektívnym vnímaním vynaloženej námahy počas bicyklovania vo vode rôznou intenzitou a v rôznych polohách tela. Súbor tvorilo sedem pohybovo aktívnych žien s priemerným vekom 22,2 rokov, s priemernou telesnou výškou 167,6 cm a telesnou hmotnosťou 63,3 kg. Na výpočet individuálnych pásiem srdcovej frekvencie podľa intenzity pohybového zaťaženia vo vodnom prostredí sme použili Kruelovu rovnicu.

Popis testovania: Individuálne sme nastavili aquabike podľa telesných rozmerov probanda, analogicky ako pri stacionárnom bicykli na súši. Vodná hladina bola medzi pásom a hrudňou cvičiaceho v polohe sed, tak aby kolená počas záberov (šliapania/pedálovania) nepretínali hladinu. Počas bicyklovania mali probandi neoprénovú obuv. Testovanie prebiehalo v trvaní približne 30 minút. Každý proband bicykloval 3 minúty v požadovanej kadencii  $80 \text{ otáčok} \cdot \text{min}^{-1}$  v polohách v sede, v stoji, v polohe za sedlom (obr 17 - 19). Po každom meranom úseku bicyklovania bol interval odpočinku do poklesu SF na východiskovú úroveň, ktorá predstavovala SF v sede na bicykli pred začatím testovania. Interval odpočinku bol vo forme aktívnej regenerácie – chôdza vo vode. Počas bicyklovania vo vode frekvenciu otáčok udával metronóm prehrávaný z CD nosiča. Proband mal bicyklovať tak, aby na každý zvukový signál prešiel pravý pedál (pravé koleno) z najvyššej polohy naspäť do najvyššej polohy. V priebehu bicyklovania bola SF snímaná športtesterom a proband každých 30 sekúnd podľa Borgovej škály vyjadrovali subjektívne vnímanie vynaloženej námahy.



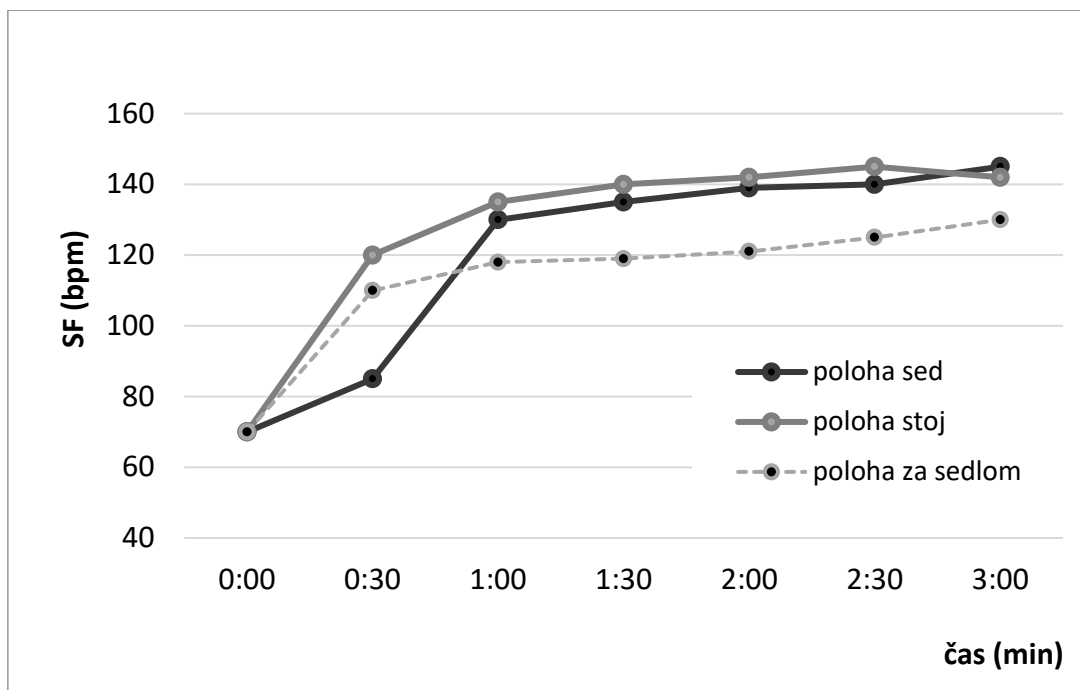
Obrázok 17 Bicyklovanie v polohe sed Obrázok 18 Bicyklovanie v polohe stoj



Obrázok 19 Bicyklovanie vo vode v polohe za sedlom

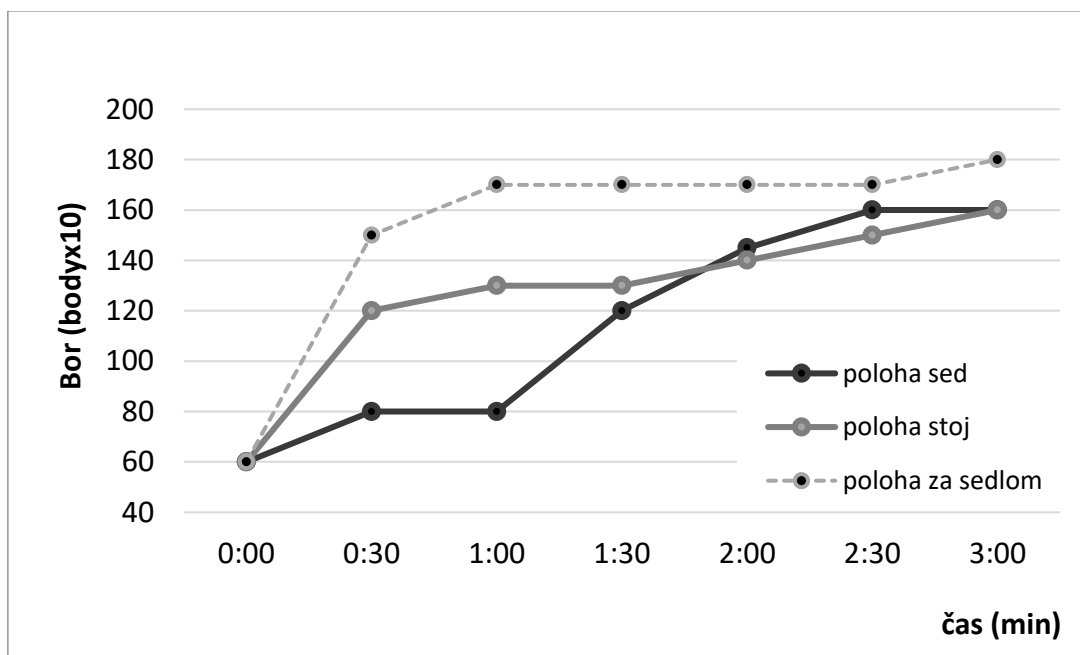
Merania sme realizovali v bazéne s rozmermi 25 x 12 m, s rôznou hĺbkou vody a teplotou vody 28 °C. Použili sme typ vodného rotopedu AQUAbike MAUTING s bubnovým regulátorom záťaže, ktorý pracuje na princípe odstredivého čerpadla. Počas bicyklovania bol bubnový regulátor uzatvorený. Na porovnanie významnosti rozdielov objektívnej a subjektívnej metódy hodnotenia intenzity zaťaženia sme použili matematicko-štatistické spracovanie nepárovým T testom (Wilcoxonov T-test).

Priebehy fyziologickej krivky a subjektívneho hodnotenia intenzity zaťaženia počas kadencie 80 otáčok.min<sup>-1</sup> v rôznych polohách tela počas bicyklovania vo vode 23-ročnej probandky, bývalej pretekárky v rýchlostnej kanoistike, uvádzajú obrázky 20, 21. U tejto probandky bol zaznamenaný najmenší rozdiel priemernej SF počas bicyklovania v sede (126,83 bpm) a priemernej hodnoty subjektívneho vnímania zaťaženia (12,5x10). Pre uvedenú probandku predstavovalo zaťaženia počas bicyklovania vo všetkých troch meraných úsekoch (polohách tela), v kadencii 80 otáčok.min<sup>-1</sup> mierne až stredné zaťaženie aeróbného charakteru.



Obrázok 20 Priebeh fyziologickej krivky 23-ročnej pohybovo aktívnej ženy počas bicyklovania vo vode kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

Priemerné bodové hodnoty podľa Borgovej škály boli u probandky počas trojminútových úsekov bicyklovania v polohe sed 12,5 bodu, v polohe stoj 16,8 bodov, v polohe za sedlom 13,8 bodov.



Obrázok 21 Priebeh subjektívneho hodnotenia zaťaženia 23-ročnej pohybovo aktívnej ženy počas bicyklovania vo vode kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

Základné štatistické charakteristiky SF a bodového hodnotenia súboru v meraných 3-minútových úsekoch počas bicyklovania v troch polohách uvádzajú tabuľky 10 – 15).

Tabuľka 10 Štatistické charakteristiky súboru (n = 7)

Priebeh fyziologickej krivky (bpm) počas bicyklovania vo vode v sede kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	85,00	112,3	129,3	144,1	149,4	150,9	152,6
Smerodajná odchýlka	10,18	21,03	18,25	12,32	12,45	14,95	16,38
Median	85,0	119,0	129,0	142,0	149,0	152,0	149,0
Minimálny výkon	69	81	101	131	137	130	132
Maximálny výkon	95	139	148	166	169	173	179
Variačné rozpätie	26	58	47	35	32	43	47

Tabuľka 11 Štatistické charakteristiky súboru (n = 7)

Priebeh subjektívneho hodnotenia zaťaženia podľa Borgovej škály (body x 10) počas bicyklovania v sede kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	60,00	91,43	101,4	120,0	131,4	141,4	142,9
Smerodajná odchýlka	0,00	16,76	16,76	21,60	26,10	29,11	29,84
Median	60,0	90,0	100,0	120,0	140,0	150,0	150,0
Minimálny výkon	60	70	80	80	80	90	90
Maximálny výkon	60	120	120	150	160	180	180
Variačné rozpätie	0	50	40	70	80	90	90



Zistili sme štatisticky významný rozdiel medzi oboma metódami len v časových úsekoch 1:00 min. a 1:30 min ( $p < 0,10$ ) počas bicyklovania v polohe sed.

Tabuľka 12 Štatistické charakteristiky súboru ( $n = 7$ )

Priebeh fyziologickej krivky (bpm) počas bicyklovania vo vode v stojí kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	88,57	126,7	150,6	158,9	165,4	167,7	169,3
Smerodajná odchýlka	11,30	13,29	16,28	17,28	16,94	15,62	16,14
Median	94,0	128,0	151,0	160,0	169,0	172,0	174,0
Minimálny výkon	69	110	131	137	142	147	146
Maximálny výkon	98	151	181	186	189	189	190
Variačné rozpätie	29	41	50	49	47	42	44

Tabuľka 13 Štatistické charakteristiky súboru ( $n = 7$ )

Priebeh subjektívneho hodnotenia zaťaženia podľa Borgovej škály (body x 10) počas bicyklovania v stojí kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	60,00	112,9	131,4	141,4	155,7	164,3	172,9
Smerodajná odchýlka	0,00	35,46	32,37	27,34	19,02	13,97	13,80
Median	60,0	120,0	140,0	150,0	160,0	160,0	180,0
Minimálny výkon	60	70	90	100	130	150	150
Maximálny výkon	60	150	170	170	180	190	190
Variačné rozpätie	0	80	80	70	50	40	40

Medzi objektívnou a subjektívnou metódou hodnotenia intenzity zaťaženia v polohe stoj a 80 otáčkach/min. počas bicyklovania vo vode nebol významný rozdiel.

Tabuľka 14 Štatistické charakteristiky súboru (n = 7)

Priebeh fyziologickej krivky (bpm) počas bicyklovania vo vode za sedlom kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	86,43	125,9	141,9	151,0	154,3	155,4	157,7
Smerodajná odchýlka	10,64	10,22	15,89	18,11	17,59	17,68	19,42
Median	89,0	125,0	140,0	155,0	156,0	154,0	156,0
Minimálny výkon	69	109	117	118	124	125	127
Maximálny výkon	99	142	166	172	175	174	180
Variačné rozpätie	30	33	49	54	51	49	53

Tabuľka 15 Štatistické charakteristiky súboru (n = 7)

Priebeh subjektívneho hodnotenia zaťaženia podľa Borgovej škály (body x 10) počas bicyklovania v polohe za sedlom kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>

čas (min)	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
Aritmetický priemer	60,00	95,71	114,3	122,9	131,4	140,0	150,0
Smerodajná odchýlka	0,00	19,88	26,37	22,89	27,34	32,66	33,17
Median	60,0	100,0	120,0	130,0	130,0	140,0	150,0
Minimálny výkon	60	70	70	80	80	80	90
Maximálny výkon	60	120	150	150	160	180	190
Variačné rozpätie	0	50	80	70	80	100	100

Zistili sme štatisticky významný rozdiel medzi oboma metódami v dvoch časových úsekoch 0:30 minúte a v 1:30 minúte na hladine významnosti ( $p < 0,10$ ) počas bicyklovania v polohe za sedlom.

Zistili sme, že reakcia srdcovej frekvencie v závislosti od polohy tela počas bicyklovania vo vodnom prostredí bola najnižšia v polohe sed. Vyššie hodnoty SF boli v polohe za sedlom, čo možno odôvodniť zapájaním väčšieho množstva svalových skupín (aj hornej časti tela), aj napriek tomu, že v tejto polohe bola veľkosť ponoreného objemu tela väčšia ako v polohe sed. Najvyššie hodnoty SF boli podľa očakávania počas bicyklovania v stoj. Významnosť rozdielov medzi objektívnym a subjektívnym hodnotením intenzity zaťaženia počas bicyklovania vo vode sa prejavila len v minimálnom počte časových úsekoch na 10 % hladne významnosti. Odporúčame preto používať dostupnú metódu sledovania intenzity zaťaženia podľa Borgovej škály počas bicyklovania vo vode pri vyšších kadenciách (min. 80 otáčok.min<sup>-1</sup>) na kontrolu a riadenie tréningového zaťaženia pohybovo aktívnych dospelých.

V problematike účinnosti pohybových programov, ako možného prostriedku zefektívnenia prevencie a liečby porúch zdravia a zlepšenia kvality života, ktorej súčasťou je aj celková telesná zdatnosť sme sledovali zmeny vybraných ukazovateľov vplyvom pravidelných hodín aquafitnes.

### **Vplyv pohybových programov vo vodnom prostredí na biologické a motorické ukazovatele žien v strednom veku (Rýzková a Labudová 2019).**

Hodnotili sa zmeny biologických a motorických ukazovateľov žien v strednom veku po intervencii dvoch pohybových programov vo vodnom prostredí (aquafitnes). Programy boli rozdielne v použitých tréningových metódach. Výskum sa realizoval trojskupinovým časovo-súbežným experimentom. Výskumný súbor tvorilo 30 žien vo veku 50 – 60 rokov, so sedavým zamestnaním, po menopauze, bez menštruačného cyklu najmenej rok pred začiatkom štúdie. Zámerno-náhodným výberom boli probandky rozdelené do dvoch experimentálnych a jednej kontrolnej skupiny, pričom za kriteriálnu závislú premennú sme zvolili výkon v teste PWC150. Následne sme overili štatistickú

významnosť rozdielov medzi skupinami. Prvú experimentálnu skupinu tvorilo 10 žien, ktoré absolvovali 12-týždňový pohybový program v plytkej a prechodnej hĺbke vody s využitím kontinuálnej metódy zaťaženia v hlavnej časti cvičebnej jednotky (KMS). Druhú experimentálnu skupinu tvorilo 10 žien, ktoré absolvovali 12-týždňový pohybový program v plytkej a prechodnej hĺbke vody s využitím intervalovej metódy zaťaženia v hlavnej časti cvičebnej jednotky (IMS). Kontrolnú skupinu (KS) tvorilo 10 žien bez pravidelného pohybového programu. Oba experimentálne súbory absolvovali minimálne 95 % tréningových jednotiek, pričom celkový počet bol 36, s frekvenciou trikrát týždenne. Výskum bol v 25 metrovom bazéne s rôznou hĺbkou vody a s teplotou vody 28°C. Každá cvičebná jednotka vykonávaná vo vode obsahovala prípravnú časť s rozohriatím a rozcvičením, hlavnú časť a záverečnú časť s ukladnením a strečingom (Čechovská et al. 2003; Labudová-Đurechová 2005; AEA 2018). Prípravná a záverečná časť, boli v oboch pohybových programoch zhodné. V hlavnej časti cvičebnej jednotky počas celého trvania výskumu bola aplikovaná v prvej experimentálnej skupine kontinuálna metóda (KMS) zaťaženia a v druhej intervalová metóda zaťaženia (IMS). Intervalovú metódu zaťaženia predstavoval vysokointenzívny intervalový tréning (H.I.I.T.) v podobe blokov TABATA. Jedna TABATA trvala 4 min. Pozostávala z 8 cyklov, v ktorých sa striedala 20 s zaťaženie (Borgova škála 17 - 18, 90 – 95 % SFmax ) a 10 s odpočinok. Bloky boli od seba oddelené 2-minútovými intervalmi aktívneho odpočinku (Borgova škála 9 - 10, 60 % SFmax). Hudba v aquafitnes zohrávala funkciu motivačnú, rytmizujúcu a povzbudivú pri dosahovaní požadovanej intenzity zaťaženia. Cvičenia s kontinuálnou metódou zaťaženia boli vykonávané v tempe hudby 132 úderov za minútu (bpm). Pohyby na hudbu vo vodnom prostredí sme vykonávali v troch rôznych rýchlostiach: zemské tempo (ZT), vodné tempo (VT) a polovičné vodné tempo (1/2 VT). Charakteristiky sledovaných ukazovateľov uvádzajú tabuľky 16 a 17.

Tabuľka 16 Vybrané biologické parametre (Rýzková a Labudová 2019)

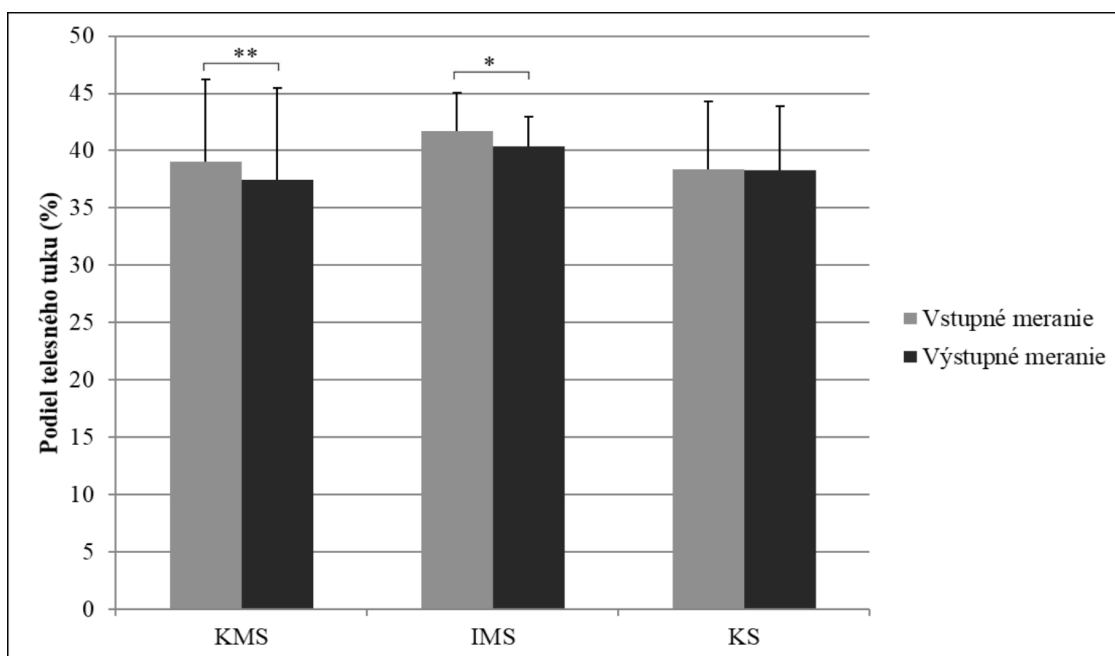
Ukazovateľ	Jednotka	Charakteristika postupu stanovenia
Telesná výška	[cm]	Pomocou pásovej miery s presnosťou na 0,1 cm.
Telesná hmotnosť	[kg]	Bioimpedančná váha s presnosťou na 0,1 kg.
Obvod pásu	[cm]	Pomocou pásovej miery s presnosťou na 0,1 cm.
Obvod bokov	[cm]	Pomocou pásovej miery s presnosťou na 0,1 cm.
Index telesnej hmotnosti BMI	[kg.m <sup>-2</sup> ]	Pomer telesnej hmotnosti a výšky <sup>2</sup>
WHR		Pomer pásu a bokov
podiel telesného tuku	%	Tukomer
Celkový cholesterol	[mmol.l <sup>-1</sup> ]	Reflotron Plus
HDL-cholesterol	[mmol.l <sup>-1</sup> ]	Reflotron Plus
LDL-cholesterol	[mmol.l <sup>-1</sup> ]	Friedewaldov vzorec
Triacylglyceroly (triacylgl.)	[mmol.l <sup>-1</sup> ]	Reflotron Plus
Pomer celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu		celkový cholesterol/HDL-cholesterol
Aeróbná zdatnosť	[W]	Test: výkon v teste PWC150

Tabuľka 17 Vybrané motorické ukazovatele (Rýzková a Labudová 2019)

Ukazovateľ	Jednotka	Charakteristika testovania - test
Dynamická rovnováha	[s]	Chôdza vzad v tandeme
Ohybnosť a kĺbová pohyblivosť svalov zadnej strany stehna a dolnej časti chrbta	[cm]	Predklon v sede
Vytrvalosť v sile svalov DK	(počet opak. za 30 s)	Vstávanie zo stoličky

Pre štatistické spracovanie údajov sme použili analýzu rozptylu (ANOVA) s tromi faktormi. Normalitu závislých premenných sme potvrdili použitím Kolmogorovovej-Smirnovovej štatistiky ( $p > 0,05$ ). Rozdiely v jednotlivých skupinách sme špecifikovali použitím t-testu pre dva závislé súbory. Na dokázanie praktickej významnosti rozdielov v rámci jednotlivých skupín sme použili koeficient ( $r$ ) veľkosti účinku (Effect Size). Signifikantnosť rozdielov medzi skupinami po experimentálnom období sme overili Post hoc testom Bonferroni.

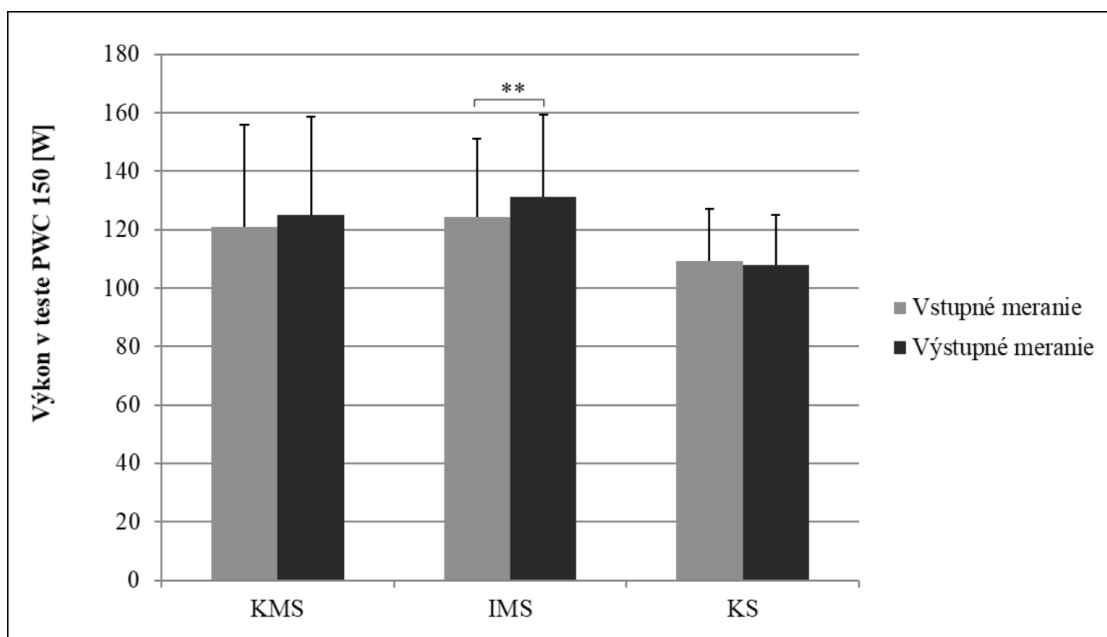
Po aplikovaní oboch 12-týždňových pohybových programov vo vodnom prostredí nastalo v somatických ukazovateľoch štatisticky významné zmenšenie obvodu pásu ( $p < 0,01$ ) a obvodu bokov ( $p < 0,05$ ), zníženie podielu telesného tuku ( $p < 0,01$ ) v oboch experimentálnych skupinách (obr. 22). V súbore žien, absolvujúcich kontinuálnu metódu zaťaženia došlo k signifikantnému zníženiu telesnej hmotnosti a BMI ( $p < 0,05$ ). Naše zistenia korešpondujú s názormi autorov Kravitz a Maio (2006), že minimálne osem týždňová dĺžka trvania aquafitness programov je potrebná na dosiahnutie požadovaných zmien telesného zloženia, pričom v pohybových programoch bez pravidelnej kontroly alebo úpravy stravovacích návykov sa tieto zmeny môžu dostaviť aj po dlhšom čase.



LEGENDA: KMS – skupina s kontinuálnym tréningom, IMS - skupina s intervalovým tréningom, KS – kontrolná skupina

Obrázok 22 Zmeny podielu telesného tuku (Rýžková a Labudová 2019)

Vo fyziologických ukazovateľoch nastali v oboch experimentálnych skupinách žien štatisticky významné zmeny v lipidovom profile. Signifikantný pokles hladiny triacylglycerolov nastal v súbore žien KMS ( $p < 0,05$ ) a v súbore žien IMS ( $p < 0,01$ ). Signifikantné zlepšenie pomeru celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu sa výraznejšie prejavilo v súbore žien KMS ( $p < 0,01$ ) a v súbore žien IMS ( $p < 0,05$ ). V súbore žien, absolvujúcich kontinuálnu metódu zaťaženia došlo k štatisticky významnému zníženiu hladiny celkového cholesterolu a zvýšeniu hladiny HDL-cholesterolu ( $p < 0,05$ ). V kontrolnom súbore žien nenastali v sledovaných ukazovateľoch štatisticky významné zmeny. Účinnosť pohybového programu vo vodnom prostredí s využitím intervalovej tréningovej metódy sa v experimentálnej skupiny žien významne prejavila v zmene úrovne aeróbnej zdatnosti zlepšením výkonu v teste PWC150 ( $p < 0,01$ ) (obr. 23).



LEGENDA: KMS – skupina s kontinuálnym tréningom, IMS - skupina s intervalovým tréningom, KS – kontrolná skupina

Obrázok 23 Zmeny aeróbnej zdatnosti/vytrvalosti (Rýzková a Labudová 2019)

Vplyvom pohybových programov vo vodnom prostredí na zmeny motorických ukazovateľov bola v oboch experimentálnych súborech žien signifikantne vyššia v dynamickej rovnováhe v teste Chôdza vzad v tandeme ( $p < 0,05$ ). V ohybnosti a kĺbovej pohyblivosti svalov zadnej strany stehna a dolnej časti chrbta v teste Predklon v sede ( $p < 0,05$ ), vo vytrvalosti v sile svalov dolných končatín v teste

Vstávanie zo stoličky ( $p < 0,05$ ). Dôležitosť stimulovania silovej zložky telesnej zdatnosti žien stredného veku po menopauze potvrdzujú aj štúdie, realizované na súši (Vajda et al. 2018).

Pohybové programy vo vodnom prostredí, ktoré zahŕňa aquafitness, pozitívne stimulujú somatické, fyziologické a motorické ukazovatele žien stredného veku, po menopauze, so sedavým zamestnaním. Účinnosť pohybového programu vo vode s využitím vysokointenzívnej intervalovej metódy zaťaženia (TABATA), je porovnateľná s aplikovaním kontinuálnej tréningovej metódy. Výskum poukázal na porovnateľný účinok rozdielnych metód zaťaženia v kontinuálnej so strednou intenzitou a striedavej v vysokou intenzitou. Tým, že sa zistil podobný vplyv na zmeny biologických a motorických ukazovateľov žien v strednom veku pre prax odporúčame využívanie oboch metód zaťaženia.

### **3 ROZDIEL V POHYBE ČLOVEKA NA SUCHU A VO VODNOM PROSTREDÍ**

#### **3.1 Chôdza, beh a cvičenie v rozdielnom prostredí**

Rozdiely v pohybe človeka na súši a vo vodnom prostredí spôsobujú fyzikálne zákonitosti platné pre pohyb na suchu a vo vodnom prostredí. Tieto sú najmä v rozdielnom pôsobení gravitácie, hustoty prostredia, charakteru opory pri pohybe z hľadiska stabilnej (pevnej) a nestabilnej (labilnej) substancie. V kinematickej štruktúre motoriky človeka na suchu vo vzpriamenej polohe tela tvoria opornú plochu dolné končatiny, chodidlá nôh, používame bipedálny spôsob pohybu, lokomóciu. Hustota vzduchu je veľmi nízka, preto prirodzený pohyb paží počas základných lokomócií, ako je chôdza alebo beh je nenáročný. Vo vode je podobná kinematická štruktúra pri základných lokomóciách, ako na suchu, avšak dôležité je prispôsobenie sa počas pohybu platným zákonitostiam vodného prostredia, najmä výrazne väčšej hustote a odporu vody oproti vzduchu. Príkladom je chôdza, beh alebo cvičenie vo vode, kde sa jedná o pohybové aktivity cyklického a acyklického charakteru prevažne vo vertikálnej polohe tela s tvárou nad hladinou,



čiže „face out activity“. V plaveckej lokomócií v horizontálnej polohe tela oporu pre pohyb vpred v nestabilnom prostredí vytvárajú dolné aj horné končatiny, používame kvadripedálny spôsob pohybu, lokomócií (Měkota a Cuberck 2007). Pri plávaní sa jedná o pohybovú aktivitu cyklického charakteru s ponorenou tvárou vo vode, čiže „face in activity“.

Chôdza je základnou lokomóciou a prirodzeným spôsobom pohybu človeka. Pohyb má cyklický charakter so striedaním režimu napätia a uvoľnenia. Podľa rýchlosti rozdeľujeme chôdzu na (Sedláček a Lednický 2010):

- veľmi pomalú: 60 –70 krokov.min<sup>-1</sup>, 2,5 –3 km.hod<sup>-1</sup>,
- pomalú: 70 –90 krokov.min<sup>-1</sup>, 3 –4 km.hod<sup>-1</sup>,
- strednú: 90 –120 krokov.min<sup>-1</sup>, 4 –5,6 km.hod<sup>-1</sup>,
- rýchlu: 120 –140 krokov.min<sup>-1</sup>, 5,6 –6,4 km.hod<sup>-1</sup>,
- veľmi rýchlu: viac ako 140 krokov.min<sup>-1</sup>, rýchlejšie ako 6,5 km.hod<sup>-1</sup>.

Znakom správnej techniky je efektívne a ekonomicky nenáročné vykonávanie pohybov, ktoré sú uskutočnené minimálnym úsilím (Čilík a Rožková 2003). Pri rôznych rýchlostiach chôdze zohráva úlohu aj lateralita chodeckého kroku (Brodani a kol. 2004). Variabilita tempa chôdze je dôležitým prvkom v tréningu a v súťažiach atletickej chôdze (Pupiš et al. 2016). Rozdiel medzi chôdzou a behom je v tom, že počas chôdze je stály kontakt s podložkou, na rozdiel od behu, kde pohybová štruktúra obsahuje letovú fázu, teda časový úsek bez kontaktu s pevnou podložkou. Rekreačný beh je logickým pokračovaním chôdze. Beh zaradujeme medzi cyklické činnosti, vzhľadom k opakovaniu jednotlivých fáz pohybu, ktoré na seba nadväzujú.

Rozhodujúcim faktorom účinnosti behu je technika, ktorá je vo vode dobre kontrolovateľná. Taktiež pri behu vo vode sa výraznejšie zapájajú paže, švihovým pohybom vedľa tela v sagitálnej (predo-zadnej rovine). Chôdza vo vode menej zaťažuje kĺby, chrbticu a svaly a má svoje špecifiká. Vo vode sa uplatňuje nadnášanie, ktoré výrazne napomáha k správne našliapnutiu počas chôdze. Lokomócia sa vo vodnom prostredí spomaľuje pôsobením hydrodynamického tlaku a odporu vody. Vďaka spomalenému pohybu si môžeme lepšie uvedomiť

správnú techniku kroku, spôsob, akým kladieme nohy pred seba, a akým našľapujeme na chodidlo, prípadne vykonať korekciu chýb. Na prekonanie odporu vody je potrebné väčšie silové úsilie, z toho dôvodu sa zapája do činnosti oveľa viac svalov ako pri chôdzi na suchu. Významnú funkciu pri chôdzi a behu vo vode majú paže, ktoré pri vykonávaní záberových pohybov v smere pohybu (asistenčný pohyb) posun tela vpred podporujú alebo pri vykonaní záberov proti smeru pohybu (rezistenčný pohyb) telo brzdia.

Viacerí autori sa zaoberali porovnaním chôdze a behu v rozdielnych vonkajších podmienkach. Porovnávacia štúdia, ktorej zámerom bolo poukázať na rozdiely medzi behom na bežiacom koberci a behom v hlbokoj vode, preukázala, že hodnota  $SF_{max}$  je signifikantne nižšia vo vode priemerne o 16 úderov.min<sup>-1</sup> ( $p < 0,01$ ). Pri submaximálnych intenzitách boli rozdiely SF vo vode a na suchu nižšie (8 až 11 úderov.min<sup>-1</sup>), ale nie štatisticky významné (Graef a Kruehl 2006).

Azevedo et al. (2010) vo svojej štúdií zistili nižšie hodnoty  $VO_{2max}$  pri behu v hlbokoj vode v porovnaní s behom na bežiacom páse. Taktiež pozorovali u bežcov, adaptovaných na beh v hlbokoj vode, menšie zníženie  $VO_{2max}$  pri behu v hlbokoj vode oproti behu na bežiacom páse. Títo bežci dosahovali pri behu v hlbokoj vode 89 % z  $VO_{2max}$ , ktoré dosiahli pri behu na bežiacom páse. Autori zistené výsledky zdôvodnili, že adaptácia na beh v hlbokoj vode môže zvýšiť zapájanie svalov, a tiež artério-venóznú diferenciu, spôsobenú fyziologickou adaptáciou organizmu, ktorá môže nastať v svalových vláknach. Uviedli taktiež, že hodnota  $VO_2$  na aeróbnom prahu bola signifikantne nižšia pri behu v hlbokoj vode v porovnaní s behom na bežiacom páse. Príčiny môžu byť spojené s kardiovaskulárnymi a periférnymi odpoveďami organizmu na pravidelné zaťažovanie vo vertikálnej polohe tela vo vodnom prostredí. Ďalšími zisteniami bolo, že podiel  $VO_2$  na aeróbnom prahu ku  $VO_{2max}$ , respiračný koeficient, aj miera subjektívneho vnímania vynaloženej námahy na aeróbnom prahu, boli rovnaké pri behu na bežiacom páse, ako aj pri behu v hlbokoj vode.

Počas cvičenia vo vode uvádza Dargatz a Koch (2003) špeciálne podmienky vodného prostredia, akými sú spomalený pohyb, spôsobený vyššou hustotou vody ako vzduchu, sťažené dýchanie, vyvolané tlakom vody na hrudnú oblasť, stratou

rovnováhy, spôsobenej hydrostatickým vztlakom, ako aj straty orientácie, spôsobenej nezvyklou polohou tela vo vode a častým zavieraním očí a v neposlednom rade chlad, spôsobený dlhými prestávkami medzi cvičeniami. Bréchat et al. (1999) vo svojej práci zistili, že počas 30-minútového cvičenia zdravých subjektov bol dosahovaný výkon počas ponorenia do výšky mečovitého výbežku hrudnej kosti len 60 % z výkonu dosahovaného na suchu pri rovnakej  $VO_2$ . Na dosiahnutie rovnakého ergonomického zaťaženia vo vode ako na suchu bolo potrebných približne 130 %  $VO_2$  potrebného na suchu. Taktiež cvičenie vo vode vedie k väčšiemu energetickému výdaju a ku zvýšeným požiadavkám na ventiláciu. Navyše, hladina laktátu v plazme zaznamenala signifikantne vyšší nárast o 122 %, oproti o 67 % pri rovnakom ergonomickom zaťažení vo vode a na suchu.

Podľa typu aktivity sa náročnosť pohybového zaťaženia premieta do energetického výdaja. Vo vodnom prostredí pri zaťažovaní vo vertikálnych polohách tela v rôznej hĺbke vody je energetická náročnosť vyššia, v porovnaní so zaťažením na súši, napríklad 30 min chôdze na suchu predstavuje 135 kcal, v porovnaní s chôdzou v hlbokkej vode, kde je energetický výdaj 164 kcal. Čo sa týka 30 min behu na suchu je energetická náročnosť 240 kcal a v hlbokkej vode 340 kcal. V rámci kalorického výdaja pri pohybových aktivitách, ako napríklad tanečný aerobik, kruhový tréning v rozdielnom prostredí sú uvádzané porovnateľné alebo vyššie hodnoty vo vode ako na súši (AEA 2018).

Alberton et al. (2009) pozorovali signifikantné rozdiely v SF,  $VO_2$  ako aj % SFmax a %  $VO_{2max}$  pri behu na mieste vo vode a na suchu. Korelácia medzi SF a  $VO_2$  bola vyššia vo vode ( $r = 0,857$ ) než na suchu ( $r = 0,556$ ), tiež medzi % SFmax a %  $VO_2$  (vo vode  $r = 0,86$ , na suchu  $r = 0,798$ ). Odozva srdcovocievneho systému je vyššia pri behu na mieste vo vode, v porovnaní s behom na mieste na súši. Krueel et al. (2013) pozorovali v skupine mladých žien signifikantne nižšie hodnoty  $HR_{max}$  počas behu na mieste vo vode, v porovnaní s behom na mieste na suchu a behom na bežiacom páse. Podľa autorov určujúcim faktorom pre správanie sa srdcovej frekvencie je prostredie, v ktorom sa cvičenie vykonáva. Hodnoty  $VO_{2max}$  sa ukázali signifikantne vyššie pri behu na bežiacom páse oproti dvom

stacionárnym bežeckým protokolom (na suchu a vo vode). Medzi hodnotami  $VO_2\text{max}$  pri behu na mieste vo vode a behu na mieste na suchu nepozorovali štatisticky významné rozdiely.

### 3.2 Základné pohybové kompetencie

Človek nevie existovať nielen bez dostatku tekutín (vody), ale ani bez pohybu. Pohyb je prejavom každej živej hmoty. Dôležitosť správneho osvojenia si pohybov, ale aj pádov v mladosti, sa prejaví a vplýva aj na obdobie staroby. Človek využíva pohybové automatizmy, ktoré si počas života osvojil, ako prevenciu pred bežným zranením (Kolář a Červenková 2018, Zemková 2019a, 2019b). Pohyb priaznivo vplýva na jednotlivé telové sústavy, najmä srdcovo-cievnu, dýchaciu, kostrovo-svalovú, hormonálnu, vegetatívnu, centrálnu nervovú sústavu. Pohyb stimuluje aj rozvoj v psychickej a sociálnej oblasti (Blythe 2012). Autorka uvádza príklad, že ak chceme dieťa v ranom veku ukludniť, hojdáme ho pomalým pohybom, naopak, rýchle pohyby podnecujú u detí pozornosť a vyvolávajú aktivitu.

Pohybové kompetencie, ako jeden z faktorov pohybovej gramotnosti je pre odborníkov stále zaujímavou oblasťou skúmania. Koncepty posudzovania sa neustále vyvíjajú, v súvislosti s novými poznatkami, najmä z biologických a pedagogických vied. Z ontogenetického hľadiska si človek od raného detstva postupne vytvára určitý zásobník pohybových vzorcov. Táto tvorba je podľa Whitehead (2010) mostom alebo cestou, ktorá vedie k získaniu pohybovej gramotnosti. Medzi základné pohybové vzorce zaraďuje plazenie, chôdzu, chytanie, tleskanie a pod. Pri neustálom opakovaní pohybových vzorcov sa počas vývinu tvorí pohybová pamäť, pričom sa rozširuje od naučených pohybov po riešenie rozličných situácií. Do pohybov sa zapájajú jednoduché aj zložité pohybové schopnosti, čím sa pohybový prejav zdokonaľuje. Nezáleží celkom na tom, akým spôsobom sa budú pohybové schopnosti rozvíjať. Podľa autorky je pohybová kompetencia určitý predpoklad pohybovo gramotného človeka. Pohybovú gramotnosť môžeme chápať ako súhrn pohybových kompetencií,

motivácie, vedomostí a sebaistotu (Masaryková 2021). Úroveň základných pohybových kompetencií sa zisťuje úspešnosťou vykonávania pohybových úloh (Herrmann et al., 2018). Po vykonaní úlohy môžeme konštatovať, či jedinec dokáže napr. behať, skákať, chytať, hádzať a pod., na čom sa podieľajú učením nadobudnuté pohybové zručnosti a jeho pohybové schopnosti (predpoklady). Evaluačným koncepciám, ako špecifickej výkonovej dispozície sa venuje viacero autorov (Ružbarská 2018, Masaryková 2021, Antala et al. 2024, Merica et al. 2024). Koncept autorov Hermann, Heim a Seelig (2019) prináša inovatívny prístup v oblasti komplexnej motorickej výkonovej dispozície vychádzajúcej zo základných pohybových kompetencií. Na posúdenie všeobecných pohybových kompetencií detí a žiakov predprimárneho a primárneho vzdelávania sa stále častejšie používa v európskych krajinách, Slovensko nevynímajúc, štandardizovaná testová batérie MOBAK (Motorische Basiskompetenzen - základné motorické kompetencie). Prierezovú štúdiu, ktorá ponúka nový pohľad na oblasť hodnotenia základných motorických kompetencií 6- až 8- ročných detí prinášajú autori Wälti et al. (2023). Štúdie sa zúčastnilo 11 regiónov v 10 európskych krajinách. Na základe analýzy predkladajú výsledky už zavedenej testovej batérie MOBAK-1-2, ktorá vyhodnocuje základné pohybové kompetencie detí v oblastiach pohybu vlastného tela a pohybu s náčiním. Nadväzne sa odborníci venujú aj vývoju a validácii testovacieho nástroja na hodnotenie vnímaných základných motorických kompetencií u žiakov prvého a druhého stupňa, napríklad testovou batériou SEMOK-1-2 (Bretz et al. 2024). Alebo skúmajú súvislosti a vzťahy medzi zložením tela, morfológickými charakteristikami a hrubou motorikou detí mladšieho školského veku (Kojić et al. 2023). Pričom pod pojmom hrubej motorickej koordinácie rozumejú schopnosti vykonávať plynulé, presné a kontrolované pohyby tela. Kojić a kolektív autorov (2023) sledoval súbor 42 chlapcov a 40 dievčat, vo veku  $6,22 \pm 0,43$  roka, s telesnou výškou  $1,22 \pm 0,48$  m a BMI  $20,22 \pm 2,34$  kg.m<sup>-2</sup>. Svalová hmota predstavovala hmotnosť  $11,50 \pm 2,08$  kg a tuková hmota predstavovala hmotnosť  $5,43 \pm 4,02$  kg. Hrubú motorickú koordináciu zisťovali testom prekonávania prekážkovej dráhy. Z rodového hľadiska zistili, že mali chlapci významne viac svalovej hmoty, bielkovinovej

hmoty a celkovej telesnej vody ( $t = 2,01 - 3,73$ ,  $p < 0,05$ ). U dievčat naopak bola väčšia minerálna hmotnosť ( $t = 2,98$ ,  $p = 0,01$ ). V pohybovom teste sa nepotvrdila významnosť rozdielov. Morfológické premenné a výsledky v teste sa preukázali štatistickej nevýznamné. Model prediktívnych premenných nemal štatisticky významný vplyv na výsledky testu v prípade chlapcov, ani dievčat ( $R^2 = 0,09$ ,  $p = 0,91$  a  $R^2 = 0,012$ ,  $p = 0,92$ ). Kolektív autorov Kojić et al. (2023) záverom konštatuje, že výsledky naznačujú prejav pohlavného dimorfizmu v telesnom zložení súboru. Morfológické charakteristiky majú zanedbateľný vplyv na pohybovú koordináciu detí vo veku šesť rokov.

Doteraz sa väčšina evaluačných nástrojov venovala prevažne pohybovým kompetenciám súvisiacim s pohybom na súši. Momentálne sa pozornosť odborníkov sústreďí aj na analogický prenos metodických protokolov diagnostiky pohybových kompetencií do vodného prostredia (Stallman et al. 2017, Masaryková 2019, Scheuer 2020, Morgado et al. 2020).

### **3.3 Základné plavecké kompetencie**

Transfer konceptu posudzovania a rozvoja pohybových kompetencií školskej populácie do špecifických podmienok vodného prostredia, je východiskom pre bezpečný a účelný pohyb vo vode. Identifikácia úrovne plaveckých kompetencií je predpokladom tvorby kritérií ich hodnotenia. Diagnostikou plaveckých kompetencií môžeme posudzovať chronologický aspekt kvality osvojovania plaveckej lokomócie. Optimálna plavecká spôsobilosť je základnou podmienkou v prevencii pri záchrane ľudského života. Slovensko, patriace medzi krajiny s vysokým počtom prírodných vodných plôch (Baran 2006), ktoré prinášajú okrem príjemného sezónneho pobytu aj nebezpečenstvo života ohrozujúcich situácií, by nemalo byť výnimkou vo vytváraní optimálnych podmienok pre získavanie plaveckej gramotnosti obyvateľstva, ako primárnej prevencie utopenia sa. Autor taktiež uvádza, že medzi často zachraňovaných patria jedinci označovaní ako „poloplavci“, zväčša muži. Podobne zdôvodňujú dôležitosť plávania Čechovská a Miler (2008). Prezентujú ako známu skutočnosť, že sa netopia úplní neplavci, ale

zlí plavci, pretože skutočný neplavec neriskuje a nevyhľadáva kontakt s vodou. Autori Macejková a kol. (2005) poukazujú na dôležitosť dostatku príležitostí naučiť sa plávať a získať pozitívne skúsenosti s vodou v rannom veku.

Podľa Masarykovej (2021) výraz "From Swimming Skill to Water Competence," („Od plaveckých zručností k vodným kompetenciám“) predstavuje výrazný posun od samotných plaveckých zručností k širšiemu poňatiu plaveckých kompetencií. Autorka uvádza príklad možného zapracovania plaveckých zručností vyúsťujúcich do plaveckých kompetencií v školských kurikulumoch krajín, kde deti prichádzajú prirodzene do kontaktu s vodným prostredím, napríklad prímorské krajiny.

Termín „vodná kompetencia“ (Water Competence) prezentovali Langendorfer a Bruya (1995) a spresnená bola na kompetenciu prevencie utopenia (Morana 2013). Týmto získala uznanie a bola prijatá záchranárskou odbornou komunitou.

Termín plavecká kompetencia je inkluzívnejší, ako samotné plavecké zručnosti. Navrhovaná taxonómia plaveckých kompetencií znovu zdôrazňuje potrebu širokého spektra plaveckých zručností a určitú úroveň pohybových schopností, ako aj integráciu kognitívnych a afektívnych kompetencií Stallman et al. (2017). Autormi navrhované plavecké kompetencie súvisia s prevenciou utopenia a identifikujú 15 kompetencií. Každá z týchto kompetencií súvisí s jednou alebo s viacerými z nich. Uvádzajú, že najčastejšie scenáre utopenia kladú nároky na niekoľko z týchto základných kompetencií, a to buď súčasne alebo sériovo. Navrhnuté kompetencie sú priradované k podmienkam prevencie utopenia v bazéne alebo na otvorených vodných plochách. Zoradenie položiek je od kompetencie bezpečného vstupu do vo vody, kontroly dýchania, vznášania, orientácia pri rôznych rotáciách tela, plávanie v rôznych smeroch, ponorenie a plávanie pod vodou, bezpečné opustenie vodného prostredia, použitie záchranej vesty, pohyb vo vode v oblečení, kompetencie na otvorenej vodnej ploche, znalosť možného nebezpečenstva, kompetencia zvládania rizík, posúdenie osobných kompetencií, znalosti prvkov záchrany topiaceho, bezpečnosť vo vodnom prostredí (postoje a hodnoty).

Diferencované reakcie a adaptácia detí na vodné prostredie ovplyvňuje široké spektrum vonkajších a vnútorných faktorov (Macejková a kol. 2005). Pri výučbe plávania je preto dôležité okrem vhodného obsahu, primeraných didaktických postupov, vysokej emocionality a hravosti pri výučbe plávania zohľadňovať aj individuálne predpoklady a osobnostné charakteristiky detí (Benčuriková 2021). Z ontogenetického hľadiska má vek vplyv na motorické učenie, keďže s úrovňou pohybových schopností rastie efektivita motorického učenia a naopak, s osvojenými pohybovými zručnosťami je možné vo väčšej miere rozvíjať pohybové schopnosti. Obdobie predprimárneho a primárneho vzdelávania je najvhodnejším najmä pre rozvoj motoriky (Laczo a kol. 2014, Ružbarská 2018). Ku kvalite motorického učenia prispieva kvalita pedagóga, jeho odborné znalosti, skúsenosti, organizačné schopnosti a empatia. Pre úspešnosť realizácie etáp základného plávania je esenciálne posúdenie vstupnej úrovne plaveckých kompetencií. Podobne ako v pohybových kompetenciách sa v plaveckých kompetenciách pridáva k plaveckým zručnostiam a schopnostiam aj zložka psychická a vedomostná. Tento komplex vyúsťuje do optimálneho vykonania, splnenia pohybovej úlohy. Príklad desiatich pohybových úloh pre orientačné hodnotenie plaveckej úrovne podľa Čechovská a Miler (2008): ponorenie hlavy, otvorenie očí pod vodou, výdych do vody, „hviezdica“ v polohe na prsiach a v polohe na chrbte, kotúľ vo vode, vynesenie dvoch predmetov z hĺbky 2 m, pád (skok) do vody z plaveckého štartového bloku, vznášanie vo vode v polohe na chrbte, splývanie. Každá testová položka je hodnotená bodmi 1 – 3, pričom 3 body je splnená úloha. Za úplného začiatočníka považujú dieťa alebo dospelého, ktorý dosiahne celkovo menej ako 16 bodov. Hodnotením plaveckých zručností detí predškolského veku sa na Slovensku dlhodobo zaoberá Benčuriková (2011). Hodnotenie vstupnej, priebežnej a výstupnej úrovne plaveckých kompetencií odráža nielen zmeny v prejave kompetencií, ale aj kvalitu výučby plaveckého kurzu. Autorky Benčuriková a Labudová (2022) predkladajú, podobne ako autorky Macejková a Viczayová (2010), možnosť na záver plaveckého kurzu komplexne hodnotenie posúdiť progres detí spojením niekoľkých pohybových úloh do prekážkovej dráhy. Ich výber závisí od podmienok konkrétneho bazénu. Úroveň



zvládnutia úloh na jednotlivých stanovištiach sa prejaví výsledným časom, ktorý bol potrebný na prekonanie všetkých pohybových úloh na jednotlivých stanovištiach.

Viacere tímy odborníkov sa na základe úspešne realizovaných medzinárodných projektov hodnotenia základných pohybových kompetencií zaoberajú konkretizáciou hodnotenia plaveckých kompetencií a ich zakomponovaním do školských kurikulárnych dokumentov. Príkladom je testová batéria overovaná v Luxembursku (Scheuer 2020). Jednotlivé položky pohybových úloh MOBAK-LUX-1pc sú hodnotené úspešnosťou alebo neúspešnosťou vykonania testu pri dvoch pokusoch. Zaradených je 5 testových položiek pohyb vlastným telom, 4 položky pohyb s náčiním, 3 položky pohyb na bicykli a 3 položky pohyb vo vodnom prostredí. Vo vodnom prostredí sa merania realizujú v hĺbke po hrudník dieťaťa. Hodnotí sa 1. Pohyb vpred, 2. Ponorenie tváre, 3. Vznášanie.

Novozélandský tím pod vedením Morgado et al. (2020) vytvorili obrázkovú škálu vnímanej vodnej kompetencie (PSPWC). Škála obsahuje 17 pohybových úloh v plytkej a hlbkej vode. Úspešnosť v testových položkách je hodnotená 1 až 3 bodmi.

Štandardizované diagnostické postupy hodnotiace základné plavecké kompetencie vo vodnom prostredí v súčasných podmienkach kurzov základného plávania na Slovensku absentujú. Aktualizácia a modernizácia overenia štandardov hodnotenia základných plaveckých kompetencií môže v praxi pomôcť optimalizovať kvalitu výučby plávania, najmä vo vzťahu k rozvojovým dispozíciám školskej populácie.

### **3.3.1 Výskumy z oblasti hodnotenia plaveckých kompetencií**

Problematika základného plávania dospeléj populácie sa považuje za menej prebádanú oblasť oproti základnému plávaniu detí a mládeže. Plavecké kurzy sa viac orientujú na mladšiu ako dospelú populáciu, čo sa odráža aj v kvalite a kvantite odbornej literatúry. Didaktické postupy, zdravotný význam pohybu vo

vodnom prostredí, intenzita zaťaženia i diagnostika neplavcov strednej a staršej generácie nie sú dostatočne prepracované. Senzomotorické vnímanie vlastností vodného prostredia, motorická docilita a koordinačné schopnosti sú úzko späté s faktorom veku. Dospelí neplavci potrebujú dlhší čas na osvojenie si základných plaveckých zručností, aj na nácvik plaveckých spôsobov. Kvalitu a rýchlosť učenia sa plávať spomaľuje nie len ich nižšia motorická koordinácia v porovnaní s detským organizmom, ale aj psychika. Vo výučbe sa nevedia uvoľniť tak ako väčšina detí, ktoré nemajú zábrany pri učení sa plávať. Dospelá populácia vo veku viac ako 50 rokov v porovnaní s 30 – 40-ročnou žila a žije značne rozdielných ekonomických, pracovných a spoločenských podmienkach. Rovnako ako podmienky pre život sa mení aj funkcia športu a pohybových aktivít. Zmenám sa prispôsobuje aj didaktika plávania, v ktorej dominanciu získava kvalita plaveckých kompetencií pre záchranu vlastného života a až následne „množstvo preplávaných metrov“. Mnohí dospelí nemali možnosť a príležitosť naučiť sa plávať alebo sa vyhýbajú plávaniu z dôvodu nepríjemnej udalosti, ktorú zažili pri pobyte vo vode v detstve. Niektorí dokonca trpia fóbiou z vodného prostredia. Preto výučba plávania dospelých neplavcov má svoje špecifiká v porovnaní s výučbou plávania detí a mládeže.

**Zmeny úrovne plaveckej spôsobilosti dospeléj populácie** (Benčuriková a Labudová 2018). Cieľom štúdie bolo diagnostikovať aktuálnu úroveň plaveckej spôsobilosti dospelých neplavcov a zistiť zmeny po absolvovaní 12 hodinového kurzu základného plávania. Súbor tvorilo 21 žien vo veku 30 – 65 rokov, s priemerným vekom 47,2 rokov. Plavecký kurz trval 12 týždňov, s frekvenciou dvakrát do týždňa, v trvaní 60 minút. Obsah kurzu bol zameraný na nácvik plaveckých zručností, získanie základných plaveckých kompetencií na nácvik plaveckých spôsobov prsia, znak, kraul (tab. 18). V rámci obsahu a metodiky sme postupovali v súlade s odporúčaniami odborníkov (Macejková a kol. 2005, Ružbarský a Turek 200X, Merica 2007, Čechovská a Miler 2008, Macejková a Benčuriková 2014, Hubená 2023).

Tabuľka 18 Obsah hlavnej časti tréningových jednotiek

---

### Obsah hlavnej časti tréningových jednotiek

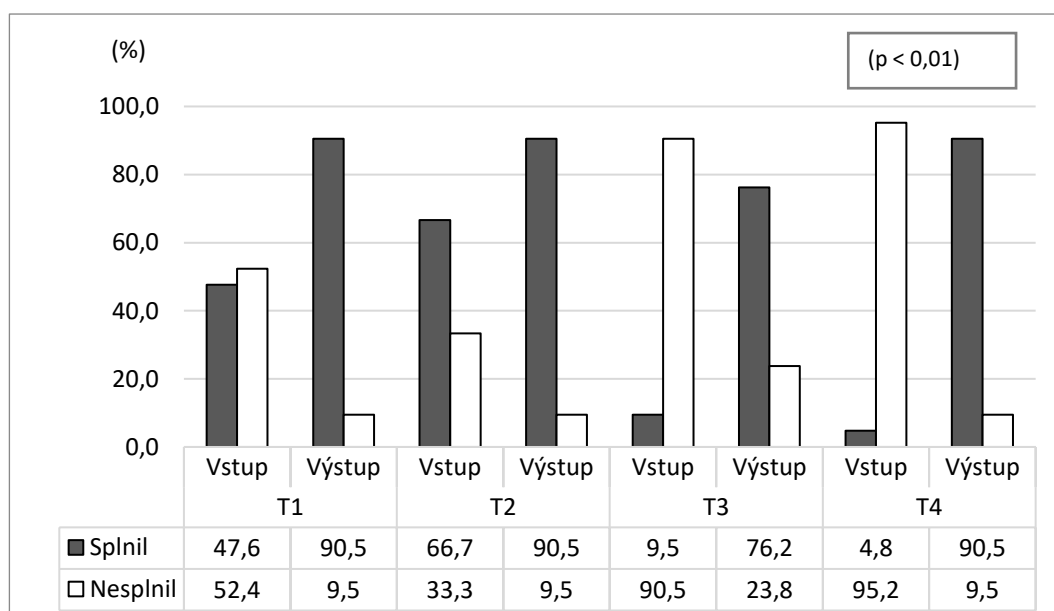
---

1. hodina	Vstupné testovanie
2. hodina	Nácvik PZ - dýchanie, orientácia a ponáranie pod vodou, Nácvik kraulových nôh (KN)
3. hodina	Nácvik PZ – vznášanie, splývanie v polohe na prsiach Nácvik kraulových cvičení a súhry
4. hodina	Nácvik PZ – vznášanie, splývanie v polohe na znaku Nácvik znakových cvičení a súhry
5. hodina	Zdokonaľovanie PZ pohybovými hrami vo vode Nácvik prsiarskych paží v kombinácii s KN
6. hodina	Zdokonaľovanie PZ pohybovými hrami vo vode Nácvik prsiarskych nôh
7. hodina	Zdokonaľovanie plaveckého spôsobu kraul
8. hodina	Zdokonaľovanie plaveckého spôsobu znak
9. hodina	Nácvik prsiarskych cvičení a súhry
10. hodina	Zdokonaľovanie plaveckého spôsobu prsia
11. hodina	Zdokonaľovanie plaveckých spôsobov kraul, znak, prsia
12. hodina	Výstupné testovanie

---

Vstupnú a výstupnú úroveň plaveckej spôsobilosti sme hodnotili 6-timi testami na začiatku a na konci sledovaného obdobia: Miera ponorenia (T1), Výdych do vody (T2), Vylovenie predmetu z 1m hĺbky (T3), Hviezdica v polohe na prsiach (T4), Splývanie v polohe na prsiach 3 m (T5), Počet preplávaných metrov (T6). Samotnému testovaniu predchádzalo vysvetlenie a názorná ukážka. Hodnotenie splnenia pohybovej úlohy bolo dichotómne: splnil, nesplnil. Na spracovanie a vyhodnotenie empirických údajov sme použili deskriptívnu štatistiku. Pre posúdenie rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním sme použili Wilcoxonov T-test, posúdenie rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním ordinálnych dát sme použili CHI-kvadrát. Výsledky vstupného a výstupného

testovania v T1 – T4 uvádza obr. 24. Reakciu probandiek na vodné prostredie sme hodnotili testom T1. Na začiatku kurzu bolo úspešných 47,6% a neúspešných 52,4% probandiek. Pozitívny účinok obsahu kurzu sa prejavil vo výstupnom testovaní, keď 90,5% probandiek prekonalo strach z vodného prostredia a úspešne vykonalo ponorenie hlavy s otvorenými očami ( $p < 0,01$ ;  $\text{Chi} = 11,66670^{**}$ ). V teste T2 na začiatku bolo úspešných 66,7% probandiek a neúspešných 33,3%. Po absolvovaní kurzu sa podarilo zvládnuť výdych do vody nosom aj ústami takmer všetkým (90,5%). V uvedenom teste sa však štatistická významnosť rozdielov neprejavila. Tretí test Orientácia pod vodou s následným vylovením puku z hĺbky 1 m (T3) úspešne zvládlo na začiatku kurzu 9,5% probandiek. Ostatných 90,5% probandiek nedokázalo alebo sa ani nepokúsilo puk vyloviť. Po ukončení kurzu bolo 76,2% probandiek úspešných ( $p < 0,01$ ;  $\text{Chi} = 19,0556^{**}$ ). Pohybovú úlohu Vznášanie, výdrž vo vodorovnej polohe na prsiach so zadržaným dychom minimálne 5 sekúnd (T4), pri vstupnom hodnotení splnilo len 4,8% probandiek. Po ukončení kurzu sa opätovne potvrdilo aj týmto teste významné zlepšenie ( $p < 0,01$ ;  $\text{Chi} = 30,9273^{**}$ ).



Obrázok 24 Percentuálna úspešnosť súboru v T1 – T4 ((Benčuriková a Labudová 2018

Piatym testom Splývanie (T5) a šiestym testom preplávané metre (T6) sme zisťovali, akú vzdialenosť prekonajú probandky po odraze od bočnej steny bazéna v polohe na prsiach splývať, resp. preplávať ľubovoľným spôsobom (tab. 19). Pri vstupnom meraní probandky v T5 prekonalí priemerne 1,3 m a v T6 preplávali priemerne 2,2 m, pričom sme registrovali 12-tich, ktorí pohybové úlohy nespĺnili. Maximálna dosiahnutá vzdialenosť bola v T5 4 m a v T6 – plávanie ľubovoľným spôsobom so značnými technickými chybami 10 m.

Tabuľka 19 Prekonaná vzdialenosť v T5 – T6 (Benčuriková a Labudová 2018)

	<b>SPL1</b>	<b>SPL2</b>	<b>PLM1</b>	<b>PLM2</b>
Priemerná hodnota	1,3	2,8	2,2	19,1
Smerodajná odchýlka	1,39	1,80	2,92	7,94
Maximálna hodnota	0	0	0	3
Minimálna hodnota	4	6	10	25
Variačné rozpätie	4	6	10	22

LEGENDA: SPL1a SPL2 Vstupné a výstupné meranie v teste Splývanie T5 (m)  
 PLM1 a PLM2 Vstupné a výstupné meranie v teste Preplávané metre T6 (m)

Po ukončení plaveckého kurzu bolo zlepšenie v T5 v priemere o 1,5 m. Splývaním dosiahlo vzdialenosť 1 – 4 m 42,9 % a viac ako 4 m 23,8 % probandiek. Len jedna probandka nedokázala ani po ukončení kurzu splniť T5. V T6 priemere preplávali probandky o 16,9 m viac, ako pri vstupných meraniach. Z celého súboru 61,9% probandov preplávalo 25 m a 38,1% probandiek preplávalo priemere 9,6 m. Po absolvovaní kurzu sme zaznamenali signifikantné zlepšenie v testoch Splývanie (T5) a Preplávané metre (T6) ( $p < 0,01$ ). Vo všetkých 6 testoch nastalo zlepšenie po aplikovaní 12-hodinového plaveckého kurz dospeljej populácie žien, neplavcov. Významnosť rozdielov sledovaných ukazovateľov medzi vstupným a výstupným meraním sa prejavilo vo všetkých testových položkách okrem T2.

Obsah a organizácia kurzu základného plávania dospelých preukázala možnosti, ako aj limity v nácviku základov plávania. Diagnostické nástroje hodnotenia

úrovne plaveckej spôsobilosti a odborné vedenie skúsenými trénermi sú dôležité faktory, ktoré pozitívne ovplyvňujú zvyšovanie úrovne plaveckej spôsobilosti, nielen detí ale i dospelých.

V oblasti diagnostiky úrovne základných plaveckých kompetencií uvádzame štúdiu, ktorej cieľom bolo zistiť úroveň základných plaveckých kompetencií detí mladšieho školského veku. Aplikáciou testovej batérie bolo poukázať na možnosti realizačnej dostupnosti v praxi ako vhodného nástroja na posúdenie diferenciácie úrovne plaveckých kompetencií žiakov na primárnom stupni vzdelávania. Vzorku tvorilo 36 detí s priemerným vekom  $8,03 \pm 2,6$  roka. Deti boli rozdelené do dvoch skupín: mladšia skupina (MS) vo veku 6 - 8 rokov ( $n = 20$ ) a staršia skupina (SS) vo veku 9 - 11 rokov ( $n = 16$ ). V metodike získavania empirických dát sme v testovej batérii (Príloha), použili sedem pohybových úloh: Ponorenie a výdych do vody (T1), Vznášanie v polohe na prsiach (T2), Vznášanie v polohe na chrbte (T3), Splývanie v polohe na prsiach (T4), Splývanie v polohe na chrbte (T5), Vylovenie predmetu z hĺbky (T6) a Test Skok do vody (T7). Každá položka bola hodnotená bodovou škálou 1 – 3 body, pričom 1 bod znamenal nesplnenie úlohy, 2 body čiastočné splnenie úlohy a 3 body splnenie úlohy. Na posúdenie štatistickej významnosti rozdielov v priemeroch skupín sme použili Mannov-Whitneyho U test, neparametrický test vhodný pre nezávislé skupiny. Na kvantifikáciu veľkosti vecného významu (pozorovaných účinkov) sme použili effect size (ES).

Pri vyhodnotení výsledkov môžeme konštatovať, že v teste Ponorenie a výdych do vody (T1) dosiahli významne vyššiu úspešnosť staršie deti (SS) v porovnaní s deťmi v mladšej vekovej skupine (MS) ( $p < ,05$ ; veľká veľkosť účinku). V teste Vznášanie v polohe na prsiach (T2) sme zistili významné rozdiely s väčšou úspešnosťou ( $p < ,05$ ; stredná veľkosť efektu) v staršej skupine (SS) v porovnaní s deťmi v mladšej vekovej skupine (MS). Významný rozdiel sme zaznamenali v teste Vznášanie v polohe na chrbte (T3), kde staršia skupina (SS) dosiahla väčšiu úspešnosť ( $p < ,001$ ; veľká veľkosť efektu) v porovnaní s deťmi mladšej vekovej skupiny (MS). Medzi staršími deťmi (SS) a mladšími deťmi (MS) sme nezistili štatisticky významné rozdiely ( $p = n.s$ ; malá veľkosť efektu) v teste Splývanie v

polohe na prsiach (T4) a v teste Splývanie v polohe na chrbte (T5). V teste Vylovenie predmetu z hĺbky (T6) sa zistila významne vyššia úspešnosť ( $p < ,05$ ; stredná veľkosť efektu) v skupine starších detí (SS) v porovnaní s mladšími deťmi (MS). Test Skok do vody (T7) ukázal významne vyššiu úspešnosť ( $p < ,05$ ; stredná veľkosť efektu) v staršej skupine (SS) v porovnaní s deťmi v mladšej vekovej skupine (MS). Tabuľka 20 uvádza úspešnosť jednotlivých vekových skupín v pohybových testoch a ich porovnanie.

Tabuľka 20 Úspešnosť jednotlivých vekových skupín v testových položkách a ich porovnanie

Názov testovej položky	skupina	1 bod	2 body	3 body	Sign. p	effect size r
T1 Ponorenie a výdych do vody	MS	25%	35%	40%	.002	.507
	SS	6%	19%	75%		
T2 Vznášanie v polohe na prsiach	MS	35%	30%	35%	.012	.417
	SS	6%	19%	75%		
T3 Vznášanie v polohe na chrbte	MS	65%	25%	10%	< .001	.688
	SS	6%	19%	75%		
T4 Splývanie v polohe na prsiach	MS	65%	30%	5%	.156	.236
	SS	38%	62%	0%		
T5 Splývanie v polohe na chrbte	MS	90%	10%	0%	.237	.197
	SS	75%	25%	0%		
T6 Vylovenie predmetu z hĺbky	MS	60%	30%	10%	.006	.455
	SS	25%	19%	56%		
T7 Skok do vody	MS	45%	30%	25%	.017	.399
	SS	19%	12%	69%		

Pri hodnotení úspešnosti v jednotlivých testových položkách dosiahla staršia skupina probandov (SS) významne lepšie výsledky v T1, T2, T5, T6, T7 ( $p \leq .05$ )

a v T3 ( $p = .001$ ). V teste 4 sa nepotvrdila štatistická významnosť rozdielov medzi skupinami (s.n.). Výsledky ukázali, že mladšia skupina (MS) dosiahla 11,7 bodov z možných 21. Celkovo preukázala priemernú úspešnosť v testových položkách (53 %). Staršia skupina (SS) dosiahla 15,8 bodov z možných 21. Celkovo preukázala nadpriemernú úspešnosť v sledovaných testových položkách (75 %). Myslíme si, že rozdiely boli pravdepodobne spôsobené vekovými rozdielmi, úrovňou rozvoja pohybovej kompetencie a vyššou kognitívnou zrelosťou starších detí, súvisiacou s ontogenezou dieťaťa. Záverom môžeme konštatovať, že testová batéria základných plaveckých kompetencií, s použitím trojbodovej škály hodnotenia, môže byť dostupný nástroj posúdenia úrovne plaveckých kompetencií detí mladšieho školského veku. Poskytuje aktuálne informácie o úrovni plaveckých kompetencií. Môže napomôcť pri tvorbe a realizácii efektívnych programov výučby plávania pre žiakov rôzneho veku. Pre získanie relevantnejších výsledkov je potrebné realizovať navrhnutú testovú batériu na početnejšej skupine probandov, čo je jednou z úloh prebiehajúceho projektu VEGA č. 1/0427/23 (Príloha).



## 4 ZÁVERY

Vedeckou monografiou „Osobitosti pohybu vo vodnom prostredí“ sme chceli priblížiť osobitosti pohybu človeka vo vodnom prostredí. Predložili sme konkrétne poznatky o špecifikách tohto prostredia, ako aj o jedinečnosti ľudského organizmu, ktoré vstupujú do vzájomnej interakcie počas plávania a rôznych pohybových aktivít vo vode. Zaradili sme výskumné štúdie, ktoré nie sú z nášho pohľadu dostatočne spopularizované širšej odbornej verejnosti a súčasne aktualizujú a konkretizujú možnosti širokospektrálneho využitia vodného prostredia.

### *Výskumy z oblasti hydrostatiky*

Vo figúrach a figurálnych celkoch je v synchronizovanom plávaní výška polôh segmentov tela nad hladinou základným technickým parametrom hodnotenia športového výkonu. Výskum poukázal na stúpajúcu náročnosť na špeciálny zručnostno-kondičný potenciál pretekárky a zvýšenie celkovej obťažnosti konkrétnej polohy pri rôznej výške tela nad hladinou. Na základe výsledkov bola kvantifikovaná náročnosť vykonania vybraných základných polôh v jednotlivých výškach častí segmentov tela nad hladinou z hľadiska propulzívnej účinnosti záberov končatín výkonnostných pretekárov v synchronizovanom plávaní.

Predložili sme základné východiská a výsledky jednej zo štúdií na Slovensku, ktoré prispeli ku zberu empirických dát pre štandardizáciu Kruelovej rovnice (Krueľova dedukcia SF vo vode - Krueľ Aquatic Heart rate Deduction). Vyhodnotením vnútornej reakcie ľudského organizmu na zmenu vonkajšieho prostredia a hĺbku ponorenia sme poukázali na signifikantný pokles srdcovej frekvencie v stoji vedľa bazénu a vo vise v hlbkej vode. Praktickým prínosom v oblasti individualizácie vnútornej reakcie organizmu na vodné prostredie je presnejšie stanovenie pásiem intenzity zaťaženia v tomto prostredí a jeho následného monitorovania a regulovania v rôznych druhoch aquafitness.

### *Výskumy z oblasti vybraných plaveckých športov*

Porovnávacie štúdie v konkrétnych plaveckých športoch sú zriedkavejšie. Predložili sme štúdiu zaoberajúcu sa antropometriou, zložením tela a ACE

genotypom elitných súťažných plavkýň a synchronizovaných plavkýň. Poukázali sme na rozdiely medzi skupinou športových plavkýň a skupinou synchronizovaných plavkýň. Zistené rozdiely vychádzajú zo špecifik štruktúry športového výkonu konkrétneho športu. V športovom plávaní je dôležitá telesná výška a dĺžka paží, ako jeden z dôležitých faktorov určujúcich súťažný výkon. V prípade synchronizovaného plávania je požadovaná nízka telesná hmotnosť spojená s nižším percentom telesného tuku. Dlhšie predlaktie v porovnaní s plavkyňami poukázalo dôležitosť dĺžky páky pre vytvorenie propulznej sily (sculling), ktoré vykonávanú hornú končatinu dominantne predlaktím. Významnosť rozdielov variácií polymorfizmu ACE I/D medzi pozorovanými skupinami sa nepreukázala.

#### *Výskumy z oblasti z oblasti pohybových aktivít vo vode*

Predložili sme poznatky, že Test 500 yardov chôdze v plytkej vode a Test 5-minútový beh v plytkej vode vzhľadom na ich prístupnosť podľa obsahu a organizácie, sú vhodný diagnostický nástroj posúdenia úrovne telesnej zdatnosti dospeléj populácie. Taktiež, že subjektívne hodnotenie Borgovou škálou je porovnateľné s objektívnou metódou hodnotenia intenzity zaťaženia. Oba testy môžu byť v praxi vhodným prostriedkom rozvoja úrovne kondičných schopností vo vodnom prostredí.

Analýzou objektívneho a subjektívneho hodnotenia intenzity zaťaženia počas bicyklovania vo vode (aquacyclig) sme zistili, že reakcia srdcovej frekvencie (SF) bola nižšia v polohe sed ako v polohe za sedlom. Najvyššie hodnoty SF boli podľa predpokladu počas bicyklovania v stoj. Porovnateľné bolo objektívne a subjektívne hodnotenie intenzity zaťaženia počas bicyklovania vo vode s kadenciou 80 otáčok.min<sup>-1</sup>. Pre kontrolu a riadenie tréningového zaťaženia pohybovo aktívnych dospelých počas bicyklovania vo vode odporúčame v praxi používať dostupnú metódu sledovania intenzity zaťaženia podľa Borgovej škály.

Uviedli sme konkrétne poznatky o účinnosti rozdielnych tréningových metód v programoch aquafitness. Poukázali sme na pozitívnu stimuláciu somatických, fyziologických a motorických ukazovateľov žien stredného veku, po menopauze,

so sedavým zamestnaním. Účinnosť pohybového programu vo vode s využitím vysokointenzívnej intervalovej metódy zaťaženia (TABATA), je porovnateľná s aplikovaním kontinuálnej tréningovej metódy. Tým, že sa zistil podobný vplyv na zmeny biologických a motorických ukazovateľov žien v strednom veku pre prax odporúčame využívanie oboch metód zaťaženia.

#### *Výskumy z oblasti hodnotenia plaveckých kompetencií*

Momentálne sa pozornosť športových odborníkov koncentruje na analogický prenos metodických protokolov diagnostiky pohybových kompetencií do vodného prostredia. Termín plavecké kompetencie je inkluzívnejší, ako v praxi dlhodobo používaný termín plavecké zručnosti.

Realizácia obsahu a organizácie kurzu základného plávania dospelých preukázala možnosti, ako aj limity v nácviku základov plávania. Diagnostické nástroje hodnotenia úrovne plaveckej spôsobilosti a odborné vedenie skúsenými trénermi sú dôležité faktory, ktoré pozitívne ovplyvňujú zvyšovanie úrovne plaveckej spôsobilosti, nielen detí, ale i dospelých.

Zistili sme, že testová batéria základných plaveckých kompetencií, s použitím trojbodovej škály hodnotenia, je dostupný nástroj hodnotenia úrovne plaveckých kompetencií detí mladšieho školského veku. Klasifikácia ich vstupnej úrovne je dôležitá pre optimalizáciu obsahu prvých hodín výučby plávania a následne pri tvorbe a realizácii efektívnych programov výučby plávania pre žiakov rôzneho veku. Pre získanie relevantnejších výsledkov je potrebné realizovať navrhnutú testovú batériu na početnejšej skupine probandov. Diagnostické postupy hodnotiace základné plavecké kompetencie vo vodnom prostredí na Slovensku je dôležité štandardizovať a aktualizovať na súčasné podmienky v kurzoch základného plávania na školách.

Zámerom predloženej monografie bolo zhrnutím existujúcich poznatkov a výsledkov našich publikovaných aj nepublikovaných výskumných štúdií odprezentovať menej dostupné poznatky, naznačiť mnohé výskumné otázky a možnosti smerovania ďalšej vedecko-výskumnej aktivity.

## 5 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

1. ALBERTRON, C.L., TARTARUGA, L.A.P., TURRA, N.A., MULLER, F.G., PETKOWICZ, R., KRUEL, L.F.M. 2003. Efeitos de peso hidrostático na frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. In *SALAO DE INICIACAO CIENTIFICA*. Porto Alegre. Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS.
2. ALBERTON, C. L. et al. 2009. Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. vol. 49, no. 2, pp. 142-151.
3. ALENTEJANO, T.C., D. MARSHALL & G.J. BELL, 2010. Breath holding with water immersion in synchronized swimmers and untrained women. *Res Sports Med*. 18: 97–114.
4. ANTALA, B., BALGA, T., LUPTÁKOVÁ, G., KRAČEK, S., TOMÁNEK, Ľ., POPLUHÁROVÁ, M., PAČESOVÁ, P., KUDLÁČEK, M., JEŠINA, O. 2024. *Didaktika telesnej a športovej výchovy pre základné a stredné školy – vybrané kapitoly*. Vysokoškolský študijný materiál. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. K-PRINT. 297 s. ISBN 978-80-8251-018-1.
5. AQUATIC EXERCISE ASSOCIATION (AEA). 2006. *Aquatic Fitness Professional Manual*. US: Human Kinetics, 5th Edition. 362 s. ISBN 0-9760021-0-8.
6. AQUATIC EXERCISE ASSOCIATION (AEA). 2010. *Aquatic Fitness Professional Manual*. US: Human Kinetics, 6th Edition. 398 s. ISBN 0-7360-6767-1.
7. AQUATIC EXERCISE ASSOCIATION (AEA). 2018. *Aquatic Fitness Professional Manual*. US: Human Kinetics, 7th Edition. 410 s. ISBN 978-1-4925-3374-0.
8. AZEVEDO, L. B. 2010. Maximal and submaximal physiological responses to adaptation to deep water running. *Journal of Sports Sciences*. vol. 28, no. 4, pp. 407-414.

9. BAČKAYOVÁ, E. a J. LABUDOVÁ. 2004. Vzťah medzi úrovňou telesného rozvoja, pohybovou výkonnosťou a športovým výkonom 15 - 18-ročných synchronizovaných plavkýň. Bratislava: *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*. Bratislava: Univerzita Komenského, XLV.
10. BARAN, I. 2006. *Záchrana topiaceho*. Bratislava: Slovenský Červený kríž. s.156. ISBN 80-88973-20-1.
11. BARAN, I. 2010. Teplota vodného prostredia ako faktor ovplyvňujúci srdcovú frekvenciu v režime statickej apnoe. In: *Štúdium motoriky človeka vo vodnom prostredí*. Vedecký zborník. Bratislava: PEEM. s.140 – 165. ISBN 978-80-8113-039-7.
12. BARAN, I., BENČURIKOVÁ, Ľ., GRZNÁR, Ľ., HOLAS, D., KALEČÍK, Ľ., LABUDOVÁ, J., MACEJKOVÁ, Y. a M. PUTALA. 2021. *Plavecké športy a záchrana topiaceho sa*. Vysokoškolská učebnica. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. 166 s. ISBN 978-80-8251-000-6.
13. BENČURIKOVÁ, Ľ. 2011. *Výbrané faktory ovplyvňujúce základné plavecké zručnosti detí predškolského veku*. Vedecká monografia. Bratislava : STIMUL. 95 s. ISBN 978-80-8127-023.
14. BENČURIKOVÁ, Ľ a J. LABUDOVÁ. 2018. . Zmeny úrovne plaveckej spôsobilosti dospelaj populácie. In : *Technika a metodika zimných a letných športov v prírode 2018* [elektronický dokument] : zborník vedeckých a odborných prác. 1. vyd. Bratislava : Fakulta telesnej výchovy a športu UK, s. 50-56 [online]. ISBN 978-80-223-4643-6.
15. BENČURIKOVÁ, Ľ. 2021. *Didaktika plávania. Prípravná etapa základného plávania pre predškolský a mladší školský vek*. Učebné texty. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. 40 s. ISBN 978-80-8251-001-3.
16. BENČURIKOVÁ, Ľ. a J. LABUDOVÁ. 2022. Výučba plávania v primárnom vzdelávaní: legislatívne dokumenty; pohybové a plavecké kompetencie; hodnotenie plaveckých kompetencií C 4.1. In: *Telesná a*

- športová výchova v primárnom vzdelávaní*. č. august. 1. Bratislava : Dr. Josef Raabe Slovensko. S. 1 – 32. ISBN 978-80-8140-359-0.
17. BENČURIKOVÁ, Ľ. a J. LABUDOVÁ. 2022. Výučba plávania v primárnom vzdelávaní: Návnik plaveckých zručností; postupnosť krokov návniku plaveckých zručností; plavecké pomôcky C 4.2. In: *Telesná a športová výchova v primárnom vzdelávaní*. č. december. 1. Bratislava : Dr. Josef Raabe Slovensko. s. 1 – 32. ISBN 978-80-8140-359-0.
  18. BLYTHE, S. G. 2012. *Assessing neuromotor readiness for learning. The INPP developmental screening test and school intervention programme*. New Jersey: Wiley – Blackwell. 112 s. ISBN: 978-1-119-94501-7.
  19. BORG, G. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14: 377–81.
  20. BORG, G. a E. BORG, 2010. *The Borg CR Scales® folder*. Hasselby, Sweden, Borg Perception.
  21. BRAUER JR A. G., POPOV, I. I., BULGAKOVA, N. J. 2007. Trajectory of development of morphofunctional pointers as criteria of identification of the sports talent in swimming. *Fit Perf J*. 6(6):382-7.
  22. BRÉCHAT, P. H. et al. 1999. Influence of immersion on respiratory requirements during 30 min cycling exercise. *European Respiratory Journal* . vol. 13, pp. 860.
  23. BRETZ K, STROTMEYER A, SEELIG H and HERRMANN C. 2024. Development and validation of a test instrument for the assessment of perceived basic motor competencies in first and second graders: the SEMOK-1-2 instrument. *Front. Psychol*. 15:1358170.
  24. BRODANI, J., SELIGER, P. a M. VAVÁK. 2004. Lateralita chodeckého kroku pri rôznych rýchlostiach. In: *Atletika*. KTVS FHV UMB, Banská Bystrica. s.18 – 26.
  25. BRODI, L. T. , P. R. GIEGLE. 2009. *Aquatic exercise for rehabilitation and training*. Human Kintetics P.O. Box 5076, Champaign, IL 61825-5076. ISBN 978-0-7360-7130-7.

26. BUTTS, N. K. et al., 1991. The maximal responses to treadmill and deep water running in high school female cross country runners. In: *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 62(2), 236-239.
27. COERTJENS, M., DIAS, A.B.C., SILVA, R.C., RANGEL, A.C.B., TARTARUGA, L.A.P., KRUEL, L.F.M. 2000. *Determinacao da bradicardia durante imersao vertical no meio liquido*. Porto Alegre.
28. COLE, A. J. and B. J. BECKER. 2004. *Comprehensive Aquatic Therapy*. USA: Elsevier Inc. 368 s. ISBN 0-632-03027-5
29. ČECHOVSKÁ, I., NOVOTNÁ, V. a H. MILEROVÁ. 2003. *Aqua-fitness*. Grada Publishing, a.s. Praha. 130 s. ISBN 80-247-0462-5.
30. ČECHOVSKÁ, I. a T. MILER. 2008. *Plavání*. 2. preprac. vydání. Praha: Grada Publishing. 132 s. ISBN 80-247-9049-1.
31. ČECHOVSKÁ, I. a T. MILER. 2019. *Didaktika plavání*. Vybrané kapitoly. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum. 305 s. ISBN 978-80-246-4283-3.
32. ČILÍK, I. a I. ROŽKOVÁ. 2003. *Základy atletiky*. Banská Bystrica: Fakulta humanitných vied UMB v Banskej Bystrici. ISBN 80-8055-846-9.
33. DARGATZ, T. a A. KOCHOVÁ. 2003. *Bodytrainer- akvafitness, cvičení ve vodě je zdravé!* 1.vyd. Praha: Ivo Železný. ISBN 80-237-3790-2.
34. ERLANDSON, M. C., SHERAR, L. B., MIRWALD, R. L., MAFFULLI, N., BAXTER-JONES, A. D. 2008. Growth and maturation of adolescent female gymnasts, swimmers, and tennis players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 40(1), 34-42.  
doi: 10.1249/mss.0b013e3181596678.
35. EVANS, G. G., CHRISTENSEN, C. L. and D. A. BROWN. 1985. Body composition and hip flexibility of synchronized swimmers. In: *3th International Symposium on Biomechanics in sports*. 1985. ISSN 19991-4168.
36. EYNON, N., RUIZ, J. R., OLIVEIRA, J., DUARTE, J. A., BIRK, R., LUCIA, A. 2011. Genes and elite athletes: a roadmap for future research. *The Journal of Physiology*. 589(13), 3063–3070.

37. GELADAS, N. D., NASSIS, G. P., PAVLICEVIC, S. 2005. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*. 26(2), 139-44.
38. GRAEF, F. I. - KRUEL, L. F.. 2006. Heart rate and perceived exertion at aquatic environment: differences in relation to land environment and applications for exercise prescription –a review. *Brasilian Journal of Sports Medicine*. vol. 12, no. 4, pp. 198-204.
39. GRZNÁR L., J. LABUDO VÁ, E. RÝZKOVÁ, M. PUTALA, M. SLANINOVÁ, D. SEKULIĆ & M. POLAKOVIČOVÁ, 2017. Anthropometry, body composition and ACE genotype of elite female competitive swimmers and synchronised swimmers. In: BARTOLUCI, S. & M. UKIĆ. In: *11th International Conference on Kinanthropology*. s. 162-171.
40. HERRMANN, CH. et al. 2018. *MOBAK-KG: Basic motor competencies in kindergarten*. Basel: Department of Sport, Exercise and Health (DSBG) of the University of Basel. Dostupné na: [http://mobak.info/wp-content/uploads/2018/04/MOBAK-KG\\_engl.pdf](http://mobak.info/wp-content/uploads/2018/04/MOBAK-KG_engl.pdf)
41. HERRMANN, C., HEIM, C., & H. SEELIG. 2019. Construct and correlates of basic motor competencies in primary school-aged children. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.04.002>.
42. HOFER, Z. 1983. Biomechanika plavání. In: Hoch, M. a kol. *Plavání (Teorie a didaktika)*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. s. 24 – 66.
43. HOFER, Z., FELGROVÁ. I., JASAN, L a P. SMOLÍK. 2016. *Technika plaveckých způsobů*. Učební text pro studenti FTVS UK. 4. vydání. Karolinum Praha: Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-246-3263-6.
44. HOCH, M. a kol. 1983. *Plavání (Teorie a didaktika)*. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 172 s.
45. HOMMA, M. 2017. The relationship between buoyancy and airborne weight in synchronized swimmers. *Japanese journal of sciences in swimming and water exercise*, 20(1), 10-18,



<https://doi.org/10,2479/swex,20,10>

46. HUBENÁ, K. 2023. *Komunikace a interakce v plavecké výuce*. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum. ISBN 97880-246-5621-2.
47. GABRILO, G., PERIC, M., and STIPIC, M. 2011. Pulmonary Function in Pubertal Synchronized Swimmers: 1-year Follow-up Results and Its Relation to Competitive Achievement, *Medical Problems of Performing Artist*, 26(1), 39-43.
48. GARCIN, M., WOLFF, M. a T. BEJMA. 2003. Reliability of Rating Scales of Perceived Exertion and Heart Rate During Progressive and Maximal Constant Load Exercises Till Exhaustion in Physical Education Students. In: *International Journal of Sports Medicine*. 24(4), 285-90.
49. GHIANI, G., MARONGIU, E., OLLA, S., PINNA, M., PUSCEDDU, M., PALAZZOLO, G., SANNA, I., ROBERTO, S., CRISAFULLI, A., & TOCCO, F. 2016. Diving response after a one-week diet and overnight fasting. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 23. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0134-y>.
50. GREŃDA, A., LEOŃSKA-DUNIEC, A., KACZMARCZYK, M., FICEK, K., KRÓL, P., CIĘSZCZYK, P., ZMIJEWSKI, P. 2014. Interaction Between ACE I/D and ACTN3 R557X Polymorphisms in Polish Competitive Swimmers. *Journal of Human Kinetics*. 127-136.
51. JAVORKA, K a kol. 2009. *Lekárska fyziológia*. Martin: Vydavateľstvo Osveta, 2009. s. 743.
52. JURSIK, D. a kol. 1993. *Teória a didaktika plávania*. Bratislava: FTVŠ UK. 105 s. ISBN 80-223-0585-5.
53. KOJIĆ, F.; PELEMIŠ, V.; JORGIĆ, B.; OLANESCU, M.; SUCIU, A.; PERIS, M. 2023. Relationship between Body Composition and Gross Motor Coordination in Six-Year-Old Boys and Girls. *Appl. Sci.* 13, 6404. <https://doi.org/10.3390/app131164047>
54. KOLÁŘ, P. a R. ČERVENKOVÁ. 2018. *Labyrint pohybu*. Praha: Nakladatelství Vyšehrad. 272 s. ISBN 978-80-742-997-59.

55. KRAVITZ, L. a J. J. Mayo, 2006. The physiological effects of aquatic exercise. In: *Int J Med.* 332, s.30511.
56. KRUEL, L.F.M. 1994. *Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas em diferentes profundidades de água.* Universidade de Santa Maria. Santa Maria.
57. KRUEL, L.F.M., TARTARUGA, L.A.P., DIAS,A.C., SILVA, R.C., PICANCO, P.S.P, RANGEL, A.B. 2002. *Frequencia cardíaca durante imersão no meio aquático.* Fitness e Performance.
58. KRUEL, L. F. et al. 2013. Cardiorespiratory Responses to Stationary Running in Water. *Journal of Fitness Research* . vol. 1, pp. 1.
59. KYSELOVIČOVÁ, O., LABUDOVÁ, J., ZEMKOVÁ, E., ČIERNA, D. a D. JELEŇ. 2016. Anthropometric and cardiovascular variables of elite athletes. In: *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae* [elektronický dokument. – Roč. 56, č. 2(2016) s. 143 – 158. ISSN 0520-7371.
60. LABUDOVÁ-ĎURECHOVÁ, J. 2005. *Aquafitness.* PEEM. 122 s. ISBN 80-89197-21-3.
61. LABUDOVÁ, J. 2011. *Synchronizované plávanie.* Vedecká monografia. Bratislava: ICM AGENCY, 2011, S 100. ISBN 978-80 89257-40-9.
62. LABUDOVÁ, J. a Ľ. GRZNÁR. 2021. Diagnostika telesnej zdatnosti vysokoškolákov päťminútovým behom v plytkej vode. In: *Vysokoškolská telesná výchova a šport, pohybová aktivita a zdravý životný štýl.* Zborník vedeckých prác. Roč. 3. 1. vyd. ISBN 978-80-553.
63. LACZO, E. a kol., 2014. *Rozvoj a diagnostika pohybových schopností detí a mládeže.* Bratislava: Národné športové centrum v spolupráci s Fakultou telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, ISBN 978-80-971466-0-3.
64. LANGENDORFER, S.J., & BRUYA, L.D. 1995. *Aquatic Readiness: Developing Water Competence in Young Children.* Champaign, IL: Human Kinetics.

65. LUNDY, B. 2011. Nutrition for Synchronized Swimming: A Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21, 436-445.
66. MACEJKOVÁ, Y., BENČURIKOVÁ, Ľ., ČECHOVSKÁ, I., LABUDOVÁ, J., KALEČÍK, Ľ. a D. ONAČILOVÁ. 2005. *Didaktika plávania*. Vysokoškolská učebnica. Bratislava: ICM Agency. 140 s. ISBN 80-969-268-3-7.
67. MACEJKOVÁ, Y. a R. HLAVATÝ. 1996. *Biomechanika a technika plaveckých spôsobov*. Bratislava: PEEM. 1996. ISBN 80-967456-2-X.
68. MACEJKOVÁ, Y., JANIČ, P., JURKOVIČ, L., MATÚŠ, I., PUTALA, M. A J. ZÁHOREC. 2010. *Diagnostika silových schopností v izokinetickom režime v plávaní*. Vedecká monografia. Bratislava: PEEM. 1. vydanie. 190 s. ISBN 878-80-8113-015-1.
69. MACEJKOVÁ, Y. a I. VICZAYOVÁ. 2010. Zmeny koordinačných schopností a plaveckých zručností vplyvom plaveckej prípravy. In: *Štúdium motoriky človeka vo vodnom prostredí*. Vedecký zborník. Bratislava: PEEM. s.45 – 89. ISBN 978-80-8113-039-7.
70. MACEJKOVÁ, Y. a Ľ. BENČURIKOVÁ. 2014. *Plávanie, učebné texty pre trénerov*. Bratislava: UK v Bratislave Fakulta telesnej výchovy a športu, Katedra športov v prírode a plávania. 2014. Vydal STIMUL Bratislava. 103 s. ISBN 978-80-8127-100-7.
71. MAGLISCHO, E. W. 2003. *Swimming fastes*. Champaign Illinois: Human Kinetic. 2003. 790 s. ISBN 0-73603180-4.
72. MASARYKOVÁ, D. 2019. Plavecké kompetencie ako súčasť vzdelávacieho systému. In: *Plávanie v kontexte edukácie a vedy*. Zborník z Vedeckej konferencie pri príležitosti životného jubilea doc. Dušana Jursíka, PhD. Univerzita Komenského v Bratislave: FTVŠ UK. 142 s. 1. vydanie. ISB 978-80-89075-84-3.
73. MASARYKOVÁ, D. 2021. *Pohybové kompetencie v predprimárnom a primárnom vzdelávaní*. Trnava: SAV TUT. 85 s. ISBN 978-80-568-0238-0.

74. MASI, F. et al. 2007. Is blood lactate removal during water immersed cycling faster than during cycling on land? *Journal of Sports Science and Medicine*. č. 6, s. 188-192.
75. MERICA, M. 2007. *Plávanie*. Monografia. Bratislava : STU, 2007. 140 s. ISBN 978-80-227-2726-6.
76. MERICA, M., SIMONÍK, D., BELEŠOVÁ, M., a R. OSOĎAN. 2024. The influence of movement games on changes in coordination skills in children of younger school age. In: *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. 14/01. s. 124 – 132. ISSN 1804-7890, ISSN 2464-6733 (online).
77. MĚKOTA, K. – CUBEREK, R. 2007. *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 163 s. ISBN 978-80-244-1728-8.
78. MONSMA, E.V., MALINA, R. M. 2005. Anthropometry and somatotype of competitive female figures skaters 11-22 years. Variation by competitive level and discipline. *Thee Journal of sports medicine and physical fitness*. 45(4), 491- 500.
79. MORAN, K. 2013. *Defining 'swim and survive' in the context of New Zealand drowning prevention strategies: A discussion paper*. Auckland: WaterSafe Auckland.
80. MORAVEC, R., KAMPMILLER, T.,-VANDERKA, M., LACZO, E. et al.2007. *Teória a didaktika športu*. Bratislava: FTVŠ UK a SVSTVŠ. ISBN 978-80-89075-31-7.
81. MORGADO, L. D. S., DE MARTELAER, K., D'HONDT, E., BARNETT, L. M., COSTA, A. M., HOWELLS, K., SÄÄKSLAHTI, A., & B. JIDOVTSSEFF. 2020. *Pictorial Scale of Perceived Water Competence (PSPWC): Testing Manual*. 1st Edition. Early Years SIG AIESEP.
82. MOUNTJOY, M. 2009. Injuries and medical issues in the synchro-nized Olympic sports. *Current Sports Medicine Reports*,8,255–261. doi:10.1249/JSR.0b013e3181b84a09.

83. NAGYOVÁ, L., ONDRUŠOVÁ, L. a A. KOLÁRIKOVÁ. 2017. Tesnosť vzťahov medzi objektívnym a subjektívnym hodnotením zaťaženia v aerobiku v rôznom prostredí. In: *Studia kinanthropologica*. Roč. 18, č. 2. s. 115-123. ISSN 1213-2101.
84. NOVÁKOVÁ, T., ČECHOVSKÁ, I., PATHYOVÁ, M. a P. OBYTOVÁ. 2015. *Předpoklady primární plavecké gramotnosti v raném věku*. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum. 1. vydání. 199 s. ISBN 978-80-246-2859-2.
85. NOVOMESKÝ, F. 2013. *Potápačská medicína*. Martin: Vydavateľstvo Osveta, spol. s r. o., 1. slovenské vydanie. 415 s. ISBN 978-80-8063-395-0.
86. PENDERGAST, D. R., LUNDGREN, C.E.G. 2009. The underwater environment: Cardiopulmonary, thermal, and energetic demands. *J. Appl. Physiol.* 106. 1. 276-283 p.
87. PERIC, M., ZENIC, N., MANDIC G. F., 2, DAMIR SEKULIC, D., SAJBER, D. 2012. The Reliability, Validity and Applicability of Two Sport-Specific Power Tests in Synchronized Swimming. *Journal of Human Kinetics*. 32, 135-145. doi:10.2478/v10078-012-0030-8
88. PERIC, M., CAVAR, M., ZENIC, N., SEKULIC, D., & SAJBER, D. 2014. Predictors of competitive achievement among pubescent synchronized swimmers: an analysis of the solo-figure competition. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(1), 16–26.
89. POKORNÁ, J. a T. OPLIŠTILOVÁ. 2019. Tělesná výška současných vrcholových plavců. In: *Plávanie v kontexte edukácie a vedy*. Zborník z Vedeckej konferencie pri príležitosti životného jubilea doc. Dušana Jursíka, PhD. Univerzita Komenského v Bratislave: FTVŠ UK. 142 s. 1. vydanie. ISB 978-80-89075-84-3.
90. PSALMAN, V. 2010. *Hodnotenie športovej techniky z aspektu biomechaniky*. Vedecká monografia. Bratislava: ICM AGENCY. 149s. ISBN 978-80-89237-22-5.

91. PUPIŠ, M., CZAKOVÁ, M. a R. PAVLOVIČ. 2016. Pace variability of a female race walker in a 20 km racing event. *ACTA KINESIOLOGICA*. Vol. 10. Issue1. Page23-28.
92. PUTHUCHEARY, Z., SKIPWORTH, J. R., RAWAL, J., LOOSEMORE, M., VAN SOMEREN, K., MONTGOMERY H.E. 2011. The ACE Gene and Human Performance: 12 Years On. *Sports Medicine*. 41(6), 433-448.
93. RODRIGUEZ ADAMI, M. 2002. Akvaufitness. Praha: Ikar. 160 s. ISBN 80-249-0547-7.
94. RUŽBARSKÁ, I. 2018. *Motorické predpoklady detí v kontexte predprimárneho a primárneho vzdelávania*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove.
95. RUŽBARSKÝ, P. a M. TUREK. 2006. *Didaktika, technika a tréning v plávaní*. 1. vydanie. Prešovská univerzita v Prešove: Fakulta športu, 2006. 137 s. ISBN 80-8068-532-0.
96. RUŽBARSKÝ, P. a I. MATÚŠ. 2017. *Technická a kondičná príprava v plávaní*. Prešov: 2017. 252 s. ISBN 978-80-555-1978-4.
97. RÝZKOVÁ, E. a J. LABUDOVÁ. 2019. *Vplyv pohybových programov vo vodnom prostredí na biologické a motorické ukazovatele žien v strednom veku* [elektronický dokument]. - 1. vyd. - Bratislava : Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. 94 s. [online] ISBN 978-80-89075-80-5.
98. SANDBAKK, Ø., SOLLI, G. S., & HOLMBERG, H. C. 2018. Sex Differences in World-Record Performance: The Influence of Sport Discipline and Competition Duration. *International journal of sports physiology and performance*, 13(1), 2–8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0196>.
99. SHENOY, S., S. TANDON, J. SANDHU & A. S. BHANWER. 2010. Association of angiotensin converting enzyme gene polymorphism and Indian Army triathlete's performance. *Asian journal of sports medicine*. 1(3), p. 143

100. SEDLÁČEK, J. a A. LEDNICKÝ. 2010. *Kondičná atletická príprava. Vybrané kapitoly*. Bratislava : Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. 168 s. ISBN 978-80-89075-34-8.
101. STALLMAN, R.K., MORAN, K., QUAN, L. and S. LANGENDORFER. 2017. "From Swimming Skill to Water Competence: Towards a More Inclusive Drowning Prevention Future," *International Journal of Aquatic Research and Education*: Vol. 10: No. 2, Article 3. DOI: 10.25035/ijare.10.02.03.
102. SCHEUER, C. 2020. *MOBAK-LUX-Ipc Testmanual. Motorische Basiskompetenzen in Luxembur*. 2. vydanie. University of Luxembourg. 2020. 28 s.
103. TSIANOS, G., SANDERS, J., DHAMRAIT, S., HUMPHRIES, S., GRANT, S., MONTGOMERY, H. 2004. The ACE gene polymorphism and elite endurance swimming. *European Journal of Applied Physiology*. 93(3), 360–362.
104. TORRES-RONDA, L. and X. S. del ALCÁZAR. 2014. The properties of water and their applications for training. *Journal of human Kinetics* 44(1): 237 -248.
105. WATENPAUGH, D.E., PUMB, B., BIE, P., NORSK, P. 2000: Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? *J Appl Physiol*.
106. WÄLTI, M., SALLEN, J., ADAMAKIS, M., ENNIGKEIT, F., GERLACH, E., HEIM, CH., JIDOVTSJEFF, B., KOSSYVA, I., LABUDOVÁ, J., MASARYKOVÁ, D., MOMBARG, R. MORGADO, L., NIEDERKOFER, B., NIEHUES, M., ONOFRE, M., PÜHSE, U., QUITÉRIO, A., SCHEUER, C., SEELIG, H., VLCEK, P., JAROSLAV VRBAS, J. and CH. HERRMANN. 2022. Basic Motor Competencies of 6- to 8-Years-old primary School Children in European Countries: A Cross-sectional Study on Associations With Age, Sex, Body Mass Index, and Physical Activity. In: *Movement Science and Sport Psychology a section of the journal Frontiers in Psychology*.

107. VAJDA, M., KOVÁROVÁ, J., OKULIAROVÁ, M., CVEČKA, J., SCHICKHOFER, P., BÖHMEROVÁ, L., VANDERKA, M., KAMPMILLER, T., HAMAR, D., ZEMAN, M. AND M. SEDLIAK. 2018. Acute hormonal and neuromuscular response to different resistance loading in young pre- and middle-aged postmenopausal women. *GAZZETTA MEDICA ITALIANA ARCHIVIO PER LE SCIENZE MEDICHE*. Volume177Issue9Page443-451. DOI10.23736/S0393-3660.17.03563-X
108. WHITEHEAD, M., 2010. *Physical literacy: throughout the lifecourse*. London : Routledge. 11-12 s. ISBN 978-0-415-48742-0.
109. ZEMKOVÁ, E. 2019a. *Postural sway response to exercise*. 2nd edition. Boskovice: Nakladatelství František Šalé – Albert.
110. ZEMKOVÁ, E. 2019b. Funkčná diagnostika v rehabilitácii a prevencii zranení. 1. vydanie. Boskovice: Nakladatelství František Šalé - Albert. 73 s. ISBN 978-80-7326-298-3.
111. ZHANG, B., H. TANAKA, N. SHONO, S. MIURA, A. KIYONAGA, M. SHINDO & K. SAKU. 2003. The I allele of the angiotensin-converting enzyme gene is associated with an increased percentage of slow-twitch type I fibers in human skeletal muscle. *Clinical genetics*. 63(2), pp.139-144.



## PRÍLOHA

Testová batéria hodnotenia úrovne plaveckých kompetencií, overovaná v rámci projektu VEGA č.1//0427/23 na FTVŠ UK v Bratislave, v rokoch 2023 – 2025:

### Test 1 Chôdza v plytkej vode (úroveň hladiny medzi pásom a hrudníkom)

Body	Chôdza vpred vo vode	
3	Chôdza vo vode	Vykonanie samostatne (chôdza alebo beh), posun vpred s pomocou paží minimálne 5 m
2	Chôdza vo vode s nadľahčovacou pomôckou	Vykonanie s pomôckou (slíž), posun vpred minimálne 5 m
1	Nesplnenie úlohy (stoj vo vode pri okraji bazéna alebo posun menej ako 3 m)	

*Popis vykonania:* Zo stoja vo vode (úroveň hladiny medzi pásom a hrudníkom) chôdza vpred s pomocou pohybov paží (striedavo alebo súbežne), minimálne 5 m.

*Sledovaná zručnosť:* základná lokomócia vo vertikálnej polohe tela vo vode.

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný/dokáže samostatne sa pohybovať v plytkej vode s pomocou paží.

## Test 2 Vznášanie v polohe na prsiach

Body	Vznášanie v polohe na prsiach	
3	Horizontálna poloha na prsiach	Vykonanie samostatne, predpísaná poloha na prsiach, tvár vo vode. Výdrž so zadržaným dychom minimálne 5 s („Hviezdica“)
2	Horizontálna poloha na prsiach s nadľahčovacou pomôckou	Vykonanie samostatne s pomôckou (slíž pod ramenami alebo v úrovni pása alebo uchopený vo vystretých rukách), poloha na prsiach, tvár vo vode. Výdrž so zadržaným dychom do 3 s
1	Nesplnenie úlohy (nezaujatie predpísanej polohy)	

*Popis vykonania:* zo stoja vo vode, po nádychu ústami, zaujatie vodorovnej polohy na prsiach, horné končatiny sú upažené povyše, dolné končatiny mierne roznožené („Hviezdica“). Tvár je ponorená vo vode so zadržaním dychu. Výdrž v polohe minimálne 5 s.

*Sledovaná zručnosť:* vznášanie – horizontálna poloha tela na hladine vody

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný po nádychu ústami zaujať horizontálnu polohu na prsiach s tvárou vo vode.

### Test 3 Vznášanie v polohe na chrbte

Body	Vznášanie v polohe na chrbte	
3	Horizontálna poloha na chrbte	Vykonanie samostatne, predpísaná poloha na chrbte. Výdrž minimálne 5 s
2	Horizontálna poloha na chrbte s nadľahčovacou pomôckou	Vykonanie samostatne s pomôckou (slíž pod ramenami alebo v úrovni pásu). Výdrž do 3 s
1	Nesplnenie úlohy (nezaujatie predpísanej polohy)	

*Popis vykonania:* zo stoja vo vode zaujatie vodorovnej polohy na chrbte, horné končatiny sú upažené povyše, dolné končatiny mierne roznožené („Hviezdica“). Hlava na hladine v predĺžení trupu, uvoľnené dýchanie, zachovanie predpísanej polohy v trvaní minimálne 5 s.

*Sledovaná zručnosť:* vznášanie - horizontálna poloha tela na hladine vody

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný zaujať horizontálnu polohu na chrbte na hladine vody.

#### Test 4 Ponorenie a vylovenie predmetu z dna bazénu (hĺbky vody do 1,50 m)

Body	Ponorenie a vylovenie predmetu	
3	Vylovenie predmetu	Vykonanie samostatne, ponorenie celej hlavy a vylovenie predmetu
2	Pokus o vylovenie predmetu	Vykonanie samostatne, ponorenie celej hlavy s neúspešným vylovením predmetu
1	Nesplnenie úlohy (neponorí sa)	

*Popis vykonania:* ponorenie celej hlavy a trupu v danej hĺbke vody s následným vylovením predmetu z dna bazéna (napr. puk, gumový krúžok).

*Sledovaná zručnosť:* orientácia pod vodou.

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný sa ponoriť v hĺbke vody do 1,5 m, orientovať sa pod vodou a vyloviť predmet zo dna bazénu.

### Test 5 Skok do vody (hĺbka vody do 1,50 m)

Body	Skok do vody	
3	Skok do vody	Vykonaný samostatne. Skok priamy vpred s dopadom na nohy
2	Skok do vody s nadľahčovacou pomôckou	Skok, resp. pád s dopadom na nohy s nadľahčovacou pomôckou (slíž)
1	Nesplnenie úlohy (neskočí)	

*Popis vykonania:* Zo stoja na okraji bazéna (s prstami nôh zachytenými za okraj) odrazom skok priamo vpred. Dopad do vody na nohy (max. hĺbka 1,5 m).

*Sledovaná zručnosť:* skoky do vody.

*Plavecká kompetencia:* vie /dokáže skočiť priamo vpred z okraja bazénu do vody na nohy.

## Test 6 Dýchanie do vody

Body	Dýchanie do vody	
3	Hlava pod hladinou s vydychovaním do vody	Po nádychu ústami samostatné ponorenie (tvár a uši) vydychovanie nosom aj ústami minimálne 5 s („bublinkovanie“).
2	Hlava pod hladinou	Krátke a rýchle ponorenie, výdrž pod hladinou do 3 s so zadržaným dychom (bez výdychu do vody).
1	Nesplnenie úlohy (neponorenie tváre)	

*Popis vykonania:* stoj vo vode (úroveň hladiny po ramená) čelom k stene bazénu. Obidvomi rukami sa žiak drží v úrovni ramien žliabku na stene bazénu. Po hlbokom vdychu ústami ponorí tvár pod hladinou vody s výdychom nosom aj ústami do vody, v trvaní minimálne 5 s.

*Sledovaná zručnosť:* dýchanie do vody.

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný po nádychu ústami ponoriť hlavu pod vodu a vydychovať nosom aj ústami minimálne 5 s.

**/\* Test 7 a 8 sa nerealizuje, ak žiak nesplnil 2 testové úlohy (z testov 1 – 6).**

**V teste 7 a 8 sa zapíše do záznamového hárku bod 1 (nesplnenie úlohy).**

## Test 7 Splývanie v polohe na prsiach

Body	Splývanie v polohe na prsiach	
3	Splývanie v horizontálnej polohe	Vykonanie samostatne, posun vpred v predpísanej polohe na prsiach minimálne 3 m
2	Splývanie v horizontálnej polohe s nadľahčovacou pomôckou	Vykonanie s nadľahčovacou pomôckou (uchopenie slíža alebo plaveckej dosky vo vystretých rukách), posun v polohe na prsiach do 3 m
1	Nesplnenie úlohy (nezaujatie predpísanej polohy a bez posunu)	

*Popis vykonania:* Odraz od steny alebo dna bazéna zaujatie vodorovnej polohy na prsiach, telo spevnené, horné končatiny vzpažené, tvár vo vode (hydrodynamická poloha tela). Posun v predpísanej polohe na prsiach minimálne 3 m.

*Sledovaná zručnosť:* splývanie – horizontálna poloha na prsiach

*Plavecká kompetencia:* žiak vie/je schopný zaujať hydrodynamickú polohu tela na prsiach po odraze od steny bazéna alebo od dna s posunom na hladine minimálne 3 metre.

## Test 8 Elementárne plavecké pohyby - kraulové nohy

Body	Preplávanie vzdialenosti 12,5 m kraulovými nohami s plaveckou doskou	
3	Preplávanie vzdialenosti 12,5 m a viac	Samostatné plávanie - kraulové nohy s plaveckou doskou
2	Preplávanie vzdialenosti do 6 m	Samostatné plávanie - kraulové nohy s plaveckou doskou a s nadľahčovacou pomôckou (slíž v úrovni pásu)
1	Nesplnenie úlohy (nezaujatie predpísanej polohy a bez posunu)	

*Popis vykonania:* Odraz od steny alebo dna bazéna. Zaujatie splývavej polohy, kopanie kraulových nôh bez zastavenia. Plavecká doska sa drží zhora. Dlane sú položené na doske, prsty sú zachytené o horný okraj dosky, horné končatiny vystreté, predlaktie je položené na doske.

*Sledovaná zručnosť:* elementárne plavecké pohyby - kraulové nohy

*Plavecká kompetencia:* vie /dokáže preplávať určitú vzdialenosť kraulovými nohami s doskou.



# **OSOBITOSTI POHYBU VO VODNOM PROSTREDÍ**

**Jana Labudová**

Vydala Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2024  
Korigovala autorka

Rozsah 96 strán, 4,13 AH, prvé vydanie  
vyšlo ako elektronická publikácia

**ISBN 978-80-8251-020-4**

**EAN 9788082510204**