

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**Validita a reliabilita měření vybraných plaveckých parametrů pomocí
plaveckých hodinek Garmin SWIM**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Lukáš Štěpánek, TV - UTIV

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

Olomouc 2016

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Lukáš Štěpánek

Název bakalářské práce: Validita a reliabilita měření vybraných plaveckých parametrů pomocí plaveckých hodinek Garmin SWIM

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

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

Rok obhajoby: 2016

Abstrakt: Cílem této práce bylo ověřit přesnost měření přístroje Garmin Swim v plavání. Studie se zúčastnilo 26 plavců, z toho 9 žen a 17 mužů. Úkolem bylo uplavat 200 metrů polohový závod a 400 metrů kraul. Validita byla stanovena porovnáním skutečných a přístrojem naměřených dat. Ověřovaný přístroj je dostatečně reliabilní, hlavně při plaveckém způsobu kraul. Přesnost měření vzdáleností je vysoká. Při detekci plaveckých způsobů je nejlepší odhad u kraulu a prsou, nejmenší u motýlku. Přístroj je dostatečně validní.

Klíčová slova: reliabilita, pohybová aktivita, plavání, měření

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and Suriname: Bc. Lukáš Štěpánek

Title of the master's thesis: Validity and reliability of measurement of selected parameters by using the swimming watch Gamin SWIM

Department: Department of Natural Sciences in Kinantropology

Supervisor: Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: The aim of this study was to verify accuracy of the device Garmin Swim in swimming. 26 swimmers participated in the study, 9 women and 17 men. The experimental protocol was to swim 200 metres medley and 400 metres front crawl. Validity of the device was assessed by comparing measured and real data. Garmin Swim is sufficiently reliable, especially front crawl. The accuracy of the measurement is high. We found greater validity while swimming front crawl and breaststroke, less for butterfly. Garmin Swim is sufficiently valid.

Keywords: reliability, physical activity, swimming, measure

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

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

V Olomouci dne 30. dubna 2016

.....

Chtěl bych poděkovat Mgr. Filipu Neulsovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky k diplomové práci a také za jeho čas a trpělivost. Dále panu Mgr. Jiřímu Dubovi za spolupráci při shromažďování dat, kterého se i aktivně zúčastnil.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ	9
2.1	Validita.....	9
2.1.1	Obsahová validita	10
2.1.2	Statická validita	10
2.1.3	Konstruktová a faktorová validita	11
2.2	Reliabilita	11
2.2.1	Relativní reliabilita	13
2.2.2	Absolutní reliabilita	13
2.3	Monitoring pohybové aktivity.....	14
2.3.1	Přístroje monitorující pohybovou aktivitu	15
2.4	Plavání jako pohybová aktivita	16
2.5	Technika plaveckých způsobů	17
2.5.1	Plavecký způsob znak.....	17
2.5.2	Plavecký způsob prsa	19
2.5.3	Plavecký způsob kraul	21
2.5.4	Plavecký způsob motýlek	23
2.6	Energetická náročnost plaveckých způsobů.....	25
2.7	Faktory ovlivňující plavecký výkon.....	27
2.8	Diagnostika v plavání.....	28
3	CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	31
4	METODIKA.....	32
4.1	Výzkumný soubor	32
4.2	Plavecké hodinky Garmin Swim.....	32
4.3	Pilotní studie.....	35
4.4	Hlavní měření.....	35
4.5	Průběh měření	35
4.6	Statistické zpracování.....	36
5	VÝSLEDKY	37
5.1	Hodnocení 400 metrů kraul.....	37
5.2	Hodnocení 200 metrů polohový závod	41
5.3	Analýza jednotlivých úseků v 200 metrů polohový závod	48

5.3.1	<i>Analýza úseku 50 metrů motýlek</i>	48
5.3.2	<i>Analýza úseku 50 metrů znak</i>	49
5.3.3	<i>Analýza úseku 50 metrů prsa</i>	50
5.3.4	<i>Analýza úseku 50 metrů kraul</i>	52
6	DISKUZE	54
6.1	Limity studie	55
7	ZÁVĚRY	57
8	SOUHRN	58
9	SUMMARY	59
10	REFERENČNÍ SEZNAM	60

1 ÚVOD

Pohybová aktivita je nedílnou součástí života každého jedince. Lidské tělo je stvořeno k pohybu, který výrazně ovlivňuje společně s dalšími faktory kvalitu a délku života. Člověk potřebuje k prevenci nemocí a optimálnímu fungování pravidelnou pohybovou aktivitu. Pohybová aktivita je tedy spojená s tématikou životního stylu, který je determinován právě množstvím pohybové aktivity. Můžeme ji chápat jako spektrum činností v řadě oblastí lidské motoriky. Dobrý (2009) popisuje pohybovou aktivitu jako druh tělesného pohybu, charakteristického svébytnými vnitřními determinanty a vnější podobou a formou.

Plavání provází člověka od nepaměti. Umět plavat je prevencí k ochraně vlastního života. Největším významem plavání je bezpochyby význam zdravotní (Hálková et al., 2001) a skutečnost, že se mu může věnovat kdokoliv. Plavat lze v jakémkoliv věku, jakékoliv roční době bez ohledu na zdravotní či psychický stav. Jsou však tací, kteří plavání vidí z čistě sportovního hlediska, ať už jako závodní (bazénové) či dálkové. Plavání je vhodným typem pohybové aktivity i kvůli svým regeneračním vlastnostem a faktu, že pohyby, které nelze realizovat na suchu, lze provádět ve vodě. Proto je vhodné např. pro jedince s omezením hybnosti.

Monitoring v oblasti pohybových aktivit je současným fenoménem, jemuž se věnuje řada autorů. V oblasti monitoringu plavání jsou plavecké hodinky novinkou. Vzhledem k tomu, že nejsou tak rozšířené jako např. pedometry (krokoměry), bylo vhodné ověřovat jejich spolehlivost. Mohou tedy posloužit nejenom jemu, ale případně trenérům nebo pro výzkum (Savage, & Pyne et Australian Institute of Sport, 2013). Pro monitoring pohybové aktivity, plavecký trénink nebo kondiční plavání lze tento přístroj využít a tím přispět a motivovat ke zdravějšímu životnímu stylu.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Validita

„Přesnost měření. Měření má dobrou validitu tehdy, jestliže měří skutečně to, co podle předpokladu má měřit“ (Chráska, 2000, 36). Validita odkazuje na smysluplnost, přiměřenost a užitečnost specifických závěrů, prováděných na základě výsledků měření (Hendl, 2006).

Ferjenčík (2000) uvádí prokazatelnost validity například pomocí test-retest odhadu. Opakovaná měření prováděná spolehlivým nástrojem by neměla prokazovat změny v závislosti na čase.

Hastad a Lacy (1998) popisuje, že nejjednodušším postupem pro stanovení platnosti je „face validity“. Tímto termínem se označuje zdánlivá validita, což je subjektivní metoda, jejímž principem je zběžné zkoumání testovacího procesu. Opakem je „concept validity“. Termín obsahové validity, která je brána jako nejsilnější postup hodnocení. Důraz je kladen na jednotlivé části měření, vybrané a použité z logického důvodu a na hloubkovou analýzu měření (Hastad, & Lacy, 1998).

Platnost je výrazem adekvátnosti vyjadřující, do jaké míry je postihována vlastnost (charakteristika, schopnost, kvality atd.), kterou zhodnocujeme pomocí testu. Základní aspekty jsou, co test hodnotí a jak přesně. Charakterizovat lze stupeň platnosti, a to jako kvalitativně (obsahově), tak kvantitativně na základě pokusných údajů (Kovář, 1981).

Měkota (1973) popisuje validitu (platnost) tak, že test popisuje a měří skutečně to, co je jeho cílem. Je brána jako nejdůležitější kvalita testu. Test nemá žádnou hodnotu v případě, že není validní. Dále Měkota (1988) uvádí validitu jako vypovídající hodnotu testu, která je podmíněna mírou přesnosti určité motorické vlastnosti. Nebere ji však jako vnitřní vlastnost testu, ale vyjadřuje vztah k něčemu mimo test. Bývá to např. relace ke kritériu.

Monitoring plavání jsme realizovali několik dní, nejen kvůli validitě, ale i relevanci. Doporučuje se vícedenní či několikátýdenní monitorování při větším počtu jedinců, zároveň je současný trend zpětné evidování pohybové aktivity, kvůli objektivitě (Bull, Maslin, & Armstrong, 2009; Tudor-Locke et al., 2005).

2.1.1 *Obsahová validita*

S určením obsahové validity se pojí otázka: Jakou motorickou vlastnost (dovednost, schopnost atd.) či kombinaci testujeme? Co vlastně měříme?

Odpovídáme na ní logickým rozbořem, podle charakteru a obsahu pohybové činnosti, podle angažovaných svalových skupin, délky trvání atd. můžeme stanovit platnost (Čelikovský a kol., 1979).

Měkota (1988) uvádí, že ve složitějších případech znamená zjišťování obsahové validity hodnotit adekvátnost pohybového obsahu, dále posuzovat výběr položek či subtestů. Také lze stanovit, do jaké míry je test relativní (účelu testování). K tomuto je možné využít pomocných např. fyziologických, kinesiologických, biomechanických rozborů.

Obsahová validita se posuzuje expertízou, nikoliv koeficienty. Důkazem obsahové validity může být shoda mezi testy, jež nezávisle na sobě sestavili experti z různých zemí. „Stanovení obsahové validity je prvním krokem při validování testu“ (Měkota, 1988, 142).

2.1.2 *Statická validita*

Při určování statické validity je nutné zodpovědět otázku: Predikuje dobře test příslušné kritérium?

Účel testování je vymezen přijetím určitého kritéria, tedy měřítka toho, co má být testováno. Je to jistá proměnná, která má být diagnostikována. Kritérií mohou být dva typy. Měkota (1988) uvádí dva typy:

- Záměrně vytvořené – jehož účelem je, aby bylo maximálně obsahově validní (na základě konstitutivní definice).
- Nezávislé na validační studii – smyslem je předpověď (např. úspěšnosti).

Podle délky časového odstavu mezi zjišťováním kritéria, aplikací testu a dalších charakteristik určujeme predikční a souběžnou validitu.

Chráska (2007) popisuje u predikční validity, do jaké míry vypovídá o budoucím vývoji objektu, při daném měření. Souběžná validita řeší, v jaké míře se shoduje měření týchž objektů v současnosti (Hendl, 2004).

2.1.3 *Konstruktová a faktorová validita*

Dokázání konstruktové platnosti je nejobtížnější, protože není záležitostí výpočtu jednoho koeficientu. Pokládáme ji tedy jako nejdůležitější. Zaměřujeme se tedy na jistý konstrukt (faktor). Ověřování by mělo probíhat v rámci daného teoretického kontextu (Hendl, 2004). S tímto typem validity se pojí otázka: Měří daný test dobře konstrukt, u něhož neexistuje jednoduché validní kritérium?

Odpovědí může být pouze výzkum. Může však být využito i poznatků validity statické i obsahové (Měkota, 1988). Vyjadřování faktorové validity bývá uplatňováno pomocí faktorové analýzy (např. v antropomotorice).

2.2 Reliabilita

Jedním ze základních kritérií kvality testových metod je reliabilita. Můžeme ji chápat jako charakteristiku diagnostické metody, uvádějící relativní nepřítomnost chyb v měření (Urbánek, Denglerová, & Širůček, 2011).

„Pojem reliabilita se často nahrazuje pojmy spolehlivost, stabilita, homogenita, přesnost, konzistence nebo stálost, avšak žádný z nich pojem reliability plně nevystihuje. Aby měření bylo reliabilní, je třeba, aby při opakování za stejných podmínek poskytovalo stejné (zhruba stejné) výsledky. Tento aspekt reliability je možné označit jako spolehlivost měření“ (Chráska, 2000, 38).

Spolehlivostí neboli reliabilitou se zabývá Hendl (2006), který ji popisuje jako konzistenci, což je stupeň shody výsledku měření u jednoho objektu, či osoby. Měření probíhá za stejných podmínek (Crocker, & Algina, 2008). Z konceptu posouzení změny hodnot na škále vychází absolutní reliabilita. Ta vyjadřuje velikost rozdílu v opakovaných měřeních. Ukazatelem absolutní reliability jsou limity dohody, standardní chyba měření a variační koeficient. Atkinson & Nevill (1998) uvádějí, že předpoklad pro použití variačního koeficientu je v případě, že nejvyšší změna v test-retestu je u jedinců dosahujících nejvyšších bodovacích hodnot v testu.

Autoři dále popisují relativní spolehlivost (reliabilitu), která poskytuje informace o existenci vzájemného vztahu při opakovaných měřeních. Používané jsou zde metody založené na regresi a korelačním koeficientu dvou měření, tzn. test-retest. Ovlivnění testování bývá rozsahem naměřených hodnot (Atkinson & Nevill, 1998).

Chráška (2007) uvádí stupňování reliability pomocí koeficientu, představující číslo. To může nabývat hodnot od -1 do +1. Jedna představuje ideální stupeň reliability (maximální) a nula nulový stupeň. Podle Chrášky (2007) by hodnota kvalitního testu měla být na úrovni 0,8.

Dle Hendersona et al. (2007) reliability udává přesnost testu nezávisle na hodnotiteli či čase. Odkazujeme ji na reprodukovatelnost a platnost, která představuje skutečnou hodnotu měřeného a hodnotou měření. Vysoká reliability podmiňuje vysokou validitu (Hopkins, 2000), nicméně pokud je test vysoce reliabilní nemusí však znamenat, že je validní.

Měkota (1988) uvádí, že nezbytnými vlastnostmi testu jsou platnost a spolehlivost (reliabilita). Například test, který je prováděn dvakrát, by měl při úplné spolehlivosti poskytovat identické výsledky, za neměnných testovacích vlastností. Reliabilitu zatěžují náhodné chyby, mající různý charakter v důsledku sumace elementárních chyb.

Původ může být následující (Měkota, 1988):

- Nedokonalost testu – nástroj měření.
- Nestálost podmínek vnějšího prostředí.
- Kolísání psychického a fyzického stavu testované osoby (v době testování).
- Nestandardní práce examinátorů (např. časoměřič).

Při měření nepožadujeme pouze spolehlivost, ale i přesnost, což znamená minimalizování množství chyb při měření. Přesnost (reliabilita) se týká testového skóre. Výsledky by měly být co nejméně závislé na nahodilé chybovosti.

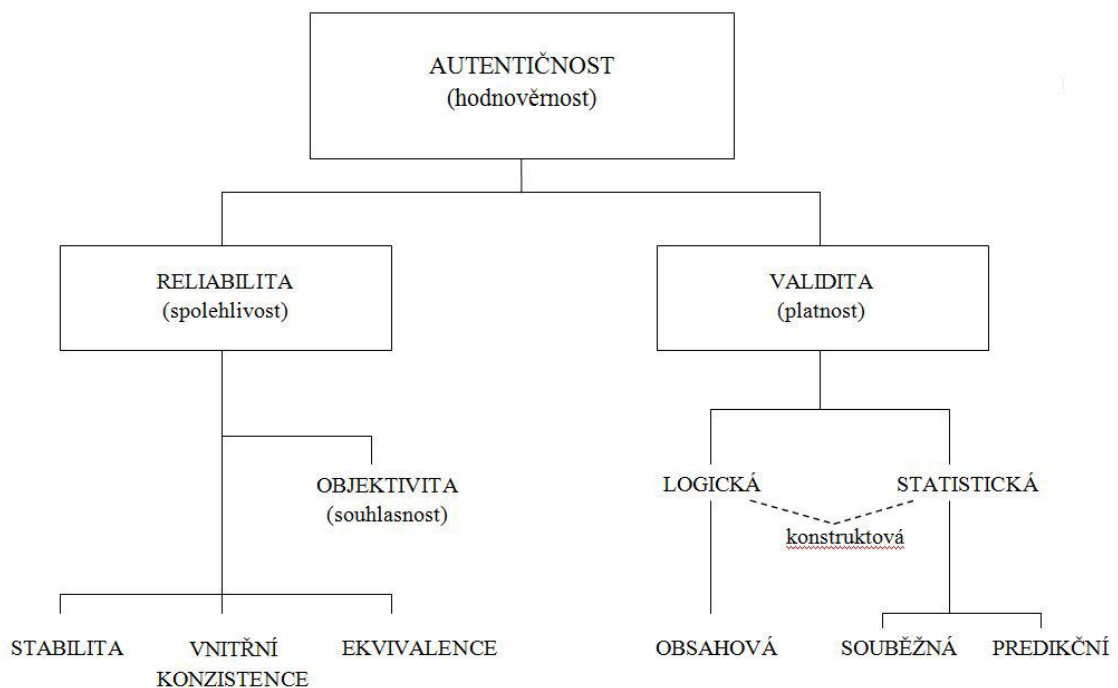
2.2.1 Relativní reliabilita

Relativní reliabilita poukazuje na existenci vztahu při opakovaných měřeních. Metody založené na regresi a korelačním koeficientu poskytují informace o relativní spolehlivosti (Atkinson, & Nevill, 1998). Metoda dvou měření korelačního koeficientu neboli test-retest bývá často používána. Jsou zde limity v rozsahu naměřených hodnot.

2.2.2 Absolutní reliabilita

Absolutní reliabilitu vyjadřuje velikost rozdílu v opakovaných měřeních. Jednoduchost bývá výhodou u statických metod, u kterých se tento ukazatel vyskytuje. Dále je výhodou schopnost přiblížit výsledky studia na nové probandy a porovnat reliabilitu měření různými přístroji. Ukazateli absolutní reliability jsou limity dohody, standardní chyba měření a variační koeficient. Atkinson a Nevill (1998) tvrdí, že právě využití variačního koeficientu bývá předpokladem pro nejvyšší změnu v test-retestu a nastává u testovaných s nejvyššími bodovacími hodnotami.

Obrázek 1. Aspekty reliability a validity testu či měření (upraveno dle Měkoty, Kováře, & Štěpničky, 1989).



2.3 Monitoring pohybové aktivity

Pohybovou aktivitou můžeme chápat jako spektrum činností v řadě oblastí lidské motoriky. Může být součástí sportu, dětské hry či školních aktivit. Pojmem pohybová aktivita se zabývá více autorů.

Caspersen (1989) uvádí, že pohybová aktivita je kterýkoliv tělesný pohyb, který vyžaduje vyšší kalorickou spotřebu. Dalšími z autorů zabývajících se pohybovou aktivitou jsou Frömel, Novosad a Svozil (1999), kteří uvádějí pohybovou aktivitu jako komplex lidského chování, zahrnujících všechny pohybové činnosti, realizované kosterním svalstvem, při současné spotřebě energie. Dále Dobrý (2009) uvádějící, že pohybová aktivita je druh tělesného pohybu, který je charakteristický svébytnými vnitřními determinanty a vnější podobou a formou.

Frömel (1999) popisuje monitoring pohybových aktivit v širokém spektru různých podmínek a prostředí. Prolínají se zde vědní obory jako např. medicína, kinantropologie a další zabývající se pohybovou aktivitou. Monitoring je záznam a vyhodnocení charakteristik pohybové aktivity. Dle Frömela, Novosada a Svozila (1999) je důležitý pro:

- Edukační proces ve školní TV.
- Školskou, volnočasovou a zdravotní aktivitu a jiné.
- Preventivní medicínu.
- Rekonvalescenci, rekondici, terapii apod.
- Pracovní proces.
- Tréninkový proces.
- Výzkum pohybové aktivity.
- Výzkum a technický rozvoj.

Monitoring může probíhat pomocí několika metod. Základní dělení bereme jako terénní metody a laboratorní. Bunc (2009) tvrdí, že monitoring lze realizovat kvalitativně, či kvantitativně. Kvalitativně závisí především na správném provedení pohybové aktivity (nástrojem bývají obrazové techniky, dotazníky apod.). Kvantitativně bývá měření vykonaných kroků, energetický výdej, srdeční frekvence atd. Monitoring lze provádět pomocí přístrojů, jako jsou pedometry, monitory srdeční frekvence atd. (Frömel, Novosad, & Svozil, 1999; Jorgensen et al., 2009; Montoye, Kemper, Saris, & Washburn, 1996).

Pokud probíhá monitoring u dětí a mládeže, doporučuje se kombinace měřících technik, např. přímé pozorování s monitorem srdeční frekvence, akcelerometru s dotazníkem apod. (Lamonte, & Ainsworth, 2001). Nedílnou součástí je individuální zpětná vazba o výsledcích a doporučení pro zdraví prospívající provedení dané aktivity (Sigmund, & Sigmundová, 2011).

2.3.1 Přístroje monitorující pohybovou aktivitu

Přístrojů sloužících k měření pohybové aktivity lze využívat více. Základní dělí Hendl, Dobrý et al. (2011) pedometry, akcelerometry, monitory srdeční frekvence, dotazníky, přístroje s technologií GPS.

Krokoměry (pedometry) a akcelerometry – nejrozšířenější způsob přístrojového sledování terénní pohybové aktivity (Freedson, & Miller, 2000). Slouží k počítání kroků za časový úsek (Valanou, Bamia, & Trichopoulou, 2006). Dále slouží k posuzování úrovně aktivity (objektivní). Dražší formou bývají akcelerometry, které jsou považovány za přesnější. Chen a Bassett (2005) uvádějí, že poskytují nejpřesnější odhad tělesné aktivity (pracují např. na principu piezoelektrických krystalů). Brisson a Tudor-Locke (2004) uvádějí, že pedometry měří nejpřesněji počet kroků, ovšem jsou méně přesné při odhadu vzdálenosti a energetického výdeje.

Monitory srdeční frekvence – slouží nejen k monitoringu, ale i k zjišťování intenzity cvičení, využitelné ve sportovním tréninku (American College of Sports Medicine, 2010). Přístroje snímají srdeční frekvenci pomocí hrudního pásu a data se zobrazují na displeji hodinek.

Dotazníky – prostředky sloužící k získávání kvalitativních údajů v pohybových aktivitách (Sirard, & Pate, 2001). Znamé jsou např. GPAQ, PAQ, IPAQ a další.

Přístroje s technologií GPS – prostředky k posouzení konkrétních pohybových požadavků. Zaznamenávají trasy pohybu, k čemuž využívají satelitní navigace. Dále poskytují přesnou lokalizaci a čas, nezávisle na místě, denní době či počasí (Steede-Terry, 2000).

Plavecké hodinky – přístroje sloužící pro vyhodnocování plavání v krytém bazénu. Přístroje pracující pomocí pohybových senzorů, schopné zaznamenávat uplavané vzdálenosti, časy, tempa či plavecké způsoby.

2.4 Plavání jako pohybová aktivita

Plavání provází člověka již od nepaměti. Během historie vývoje lidstva získal pohyb ve vodním prostředí velkou (nezastupitelnou) úlohu v oblasti tělesné kultury. Dnes je plavání považováno za nutnou součást pohybového vzdělání člověka (Neuls, Svozil, Viktorjeník, & Dub, 2013).

Čechovská a Miler (2001) uvádí, že plavání patří do pohybových aktivit cyklického charakteru s velkým aerobním potenciálem. Dalšími příklady aktivit podobného charakteru jsou chůze, běh a jízda na kole (Perič & Dovalil, 2010). Pernicová (1993) uvádí, že při plavání se koná cyklický pohyb velkých svalových skupin téměř celého těla ve vodorovné poloze. „Plavání je vhodnou pohybovou aktivitou v každém věku, a to i tehdy, nemůže-li se člověk normálně pohybovat po zemi“ (Hoch et al., 1983, 9).

Podle Hocha et al. (1983) se plavání zařazuje do pohybových aktivit, které mají vysokou zdravotní prospěšnost. Kladné projevy můžeme registrovat již v kojeneckém věku. Plavání má vliv na pohybový aparát a vývoj dítěte je lepší.

Děti mají lepší spánek, stabilně přibývají na váze a mají i lepší apetit. Dochází k rychlejší látkové přeměně, při zatěžování velkých svalových skupin, tudíž je i zvýšený nárok na příjem kyslíku a odstraňování oxidu uhličitého a přísun energeticky bohatých látek do svalů. Činnost některých analyzátorů ovlivňuje plavání, protože zajišťují spojení mezi vnitřními orgány a vodním prostředím. Jsou to teplotní, tlakové a hmatové receptory. Hoch (1987) uvádí, že vliv plavání na činnost důležitých tělesných orgánů je příznivý. Rovnoměrně rozvíjí zatěžované svalstvo, a tak přispívá ke správnému držení těla.

Dále slouží jako prostředek k rozvíjení a upevňování fyzické zdatnosti (Salo & Riewald, 2008). Plavání může sloužit ke kompenzaci u sportů s jednostranným zatížením (tenis, hokej, vrhy, hody atd.), dále k rehabilitaci a v rekonvalescenci. Z důvodů střídání relaxace s napětím je plavání z fyziologického hlediska nejvhodnějším tělesným cvičením. Příznivý účinek má toto střídání na činnost pohybového aparátu, nervové soustavy, krevního oběhu a dýchacího ústrojí.

Plavání, činnosti a lokomoce ve vodním prostředí se dají pokládat za univerzální při plnění různých cílů tělesné a zdravotní tělesné výchovy (Neuls, Svozil, Frömel, & Chmelík, 2011).

2.5 Technika plaveckých způsobů

2.5.1 Plavecký způsob znak

Plavecký způsob znak je charakteristický nejmenšími silovými nároky. Znak je obdoba kraulu, neboť práce paží a nohou je střídavá. Odlišná je však poloha těla, která je na zádech. Velmi důležitou roli hrají právě paže, které tvoří hnací sílu. Jedna paže je vedena vzduchem, zatímco druhá paže pracuje pod vodou. Hlava je v mírném předklonění a brada není úplně přitažena k hrudníku. Individuální rozdíly v poloze se odvíjejí ve stylu každého jedince a jeho tělesných parametrech (Hannula, & Thornton, 2001).

Colwin (2002) uvádí, že dolní končetiny plní funkci vyrovnávací a zároveň udávají celkovou rychlost. Pohyb, který nohy vykonávají je střídavý nahoru a dolů. Pohyb je zahájen v kyčelním kloubu, poté plynule přechází na stehno, poté koleno, poté bérce až na chodidlo. Během znakových nohou by kolena měl zůstat pod vodou. Směrem dolů je pohyb méně intenzivní a má pasivní charakter.

Pohyb nahoru je aktivní, pravidelný a uvolněný. Čechovská a Miler (2008) uvádí, že znakové nohy plní funkci stabilizační. Je tomu tak kvůli rotačnímu pohybu boků a ramen. Ramena mají být výše než boky.

Obdobně jako u nohou je pohyb paží střídavý. Zahrnuje úseky přenosu a záběru. Pohyb paží má několik fází:

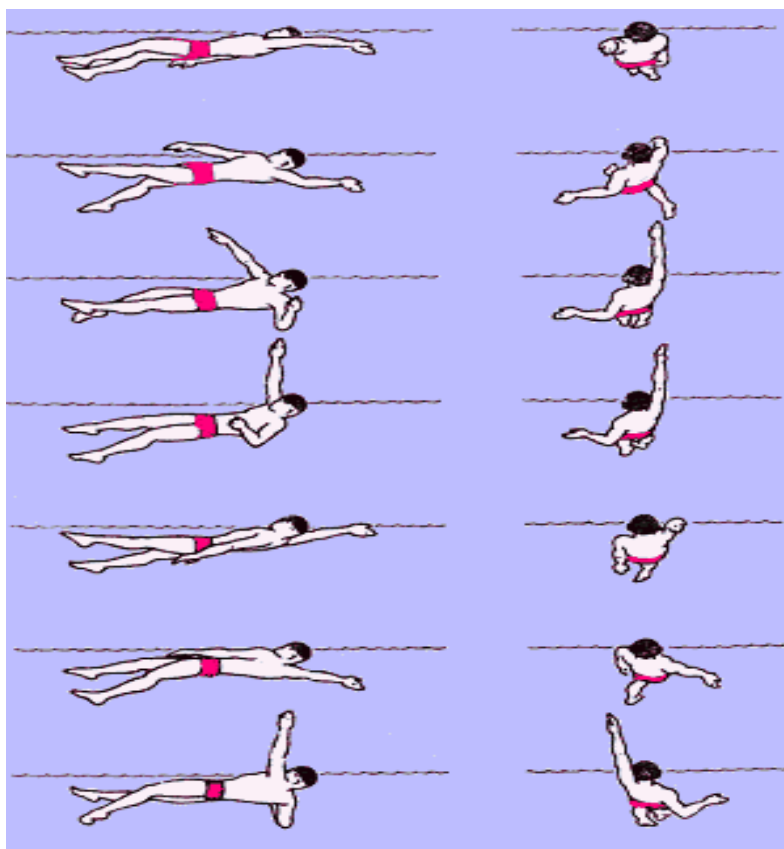
- 1) Přípravná: malíkovou hranou je dlaň zasouvána do vody. Paže musí být propnutá.
- 2) Záběrová: charakteristická pokrčováním paže během záběru pod vodou. K pokrčování dochází v lokti a vytočením ramene na stranu zabírající paže. Pokrčení je největší ve chvíli, kdy je dlaň na úrovni ramene (úhel je okolo 90 °). Tento moment záběru je přitahování, po němž následuje odtlačování. Propínáním v lokti paže dokončuje záběr až ke stehnům.

Hloubka by zde měla být okolo 40 cm. Průběh záběru by měl být esovitý. Hrudník se otáčí od podélné osy těla v průběhu záběrové fáze pod úhlem asi 45 °.

- 3) Přenášení: paže nad vodou. Paže je přenášená uvolněně podél těla.
- 4) Vytáčení: paže vychází z vody propnutá a palcem vzhůru. Jakmile je na úrovni ramene, dochází k vytočení na malíkovou hranu.
- 5) Přechodná: je fáze velmi krátká, při níž se paže zanořuje do hloubky okolo 40 cm a dostává se do polohy nejvýhodnější pro záběr. Je to polohy vzpažení, aby byl záběr maximálně dlouhý (Hofer et al., 2006).

Souhra plaveckého způsobu znak je koordinací horních i dolních končetin a dýchání. Využívá se tzv. šestiúderové souhry, kdy na jeden záběrový cyklus připadá šest kopů. Pokud má být znak správně technicky zvládnutý, musí být souhra plynulá bez zastavování, pravidelné dýchání a obě paže musí vykonávat stejný pohyb, ovšem ne ve stejnou dobu. Tempo je bráno jako pohyb obou paží.

Obrázek 2. Kinogram plaveckého způsobu znak (www.sportunterricht.de)



2.5.2 Plavecký způsob prsa

Maglischo (1982) uvádí, že plavecký způsob prsa je nejstarší plaveckou technikou. Prsa jsou nejméně účinná oproti ostatním plaveckým způsobům, protože se zde provádějí výrazné brzdící pohyby dolních i horních končetin. Plavat tímto způsobem je v praxi využitelné po celý život, tzn. i ve vyšším věku. Plaveckým způsobem prsa se dá uplavat větší vzdálenost i za předpokladu, že je plaván s chybou. Mezi ně patří hlava nad vodou, křivý stříh. Další výhodou tohoto plaveckého způsobu je, že u něj probíhá práce paží a dolních končetin odděleně (Colwin, 1977). Dalším důvodem je snadná orientace. Plavecký způsob prsa je nejpomalejší. Prsa se plavou na břiše, kdy boky jsou níže než ramena. Během plavání dochází ke změně polohy těla, která je podélná s hladinou vody (Colwin, 1991).

Pohyb prsovéch nohou je symetrický a současný. Dělí se na několik fází:

- 1) Skrčování: dochází ke skrčením nohou. Paty jsou u hladiny, kolena na šíři boků. Dolní končetiny se maximálně ohýbají, bérce a chodidlo vytváří „fajfku“ (dorzální flexe v hlezenním kloubu), která tvoří hlavní záběrovou plochu.
- 2) Záběrová: Začátek záběru je energetické natažení obloukem dozadu a dolů, jde o aktivní fázi pohybu. Pohyb je veden dozadu a dolů, s vytočenými chodidly a bérce až do úplného propnutí v kolenou. Nohy by měly provádět pohyb švihově a energicky. Tato fáze je někdy až třikrát rychlejší než přitažení. V normálním tempu je to asi dvakrát. Záběrová fáze je ukončena snožením. Nohy uvolněné v hlezenním kloubu (Hofer et al., 2006).

Čechovská a Miler (2008) ve své publikaci uvádějí, že pohyb, který horní končetiny vykonávají, se dá rozdělit do několika fází:

- 1) Přípravná: paže jsou ve vzpažení, v ideální splývavé poloze.
- 2) Záběrová: při které dochází k vytočení dlaní, směrem dolů a do strany. Je tomu tak záměrně, neboť děti se snaží vodu „uchopit“ a poté pokrčením loktů a pohybu paží do stran směrem dozadu a dolů. Lokty se přesouvají do pozice vyvýšené oproti dlaním, ale nesmí se dostat výše než hrudník. Po dosažení dlaní k úrovni loktů, nastává přitažení k hrudníku. Dlaně by v tu chvíli měly být vytočeny směrem k sobě. V této chvíli nastává nádech, neboť poloha je pro něj nejvýhodnější. Následně se tělo prohýbá a hlava se současně s rameny vynořuje z vody.
- 3) Přenosu: paže se dostávají do vzpažení, švihovým pohybem. Zároveň je fází, při které se vydechuje.

Během souhry je nádechový cyklus pravidelný a ve chvíli, kdy paže začínají přenosovou fází. Nádech musí být krátký, ale mohutný, prováděný ústy. Výdech oproti tomu, musí být dlouhý a klidný, prováděný ústy i nosem. Správně zvládnutí techniky vrcholí plaveckou souhrou. Poměr mezi záběry paží a kopy je 1:1. Prsa nejsou rovnoměrná, co se týče rychlosti. Je to díky splývavé fázi, která je mezi cykly, po níž nastupuje fáze přípravná.

Co se týče technik nácviu, je osvědčený termín, zachycující všechny fáze. „Záběr, nádech, kop, dva, tři“. Jako tempo považujeme záběr pažemi a kop.

Obrázek 3. Kinogram plaveckého způsobu prsa (www.sportunterricht.de)



2.5.3 Plavecký způsob kraul

Plavecký způsob v závodních disciplínách nazývaný volný způsob. V terminologii byl pro nás lépe využitelný pojem kraul. Obecně o kraulu platí, že se jedná o přirozený pohyb v poloze na břiše. „Kraul je nejrychlejší plavecký způsob, protože jeho technika je z hlediska biomechaniky nejúčinnější“ (Macejková et al., 2005, 80).

Pohyby nohou jsou zajišťovány dvěma fázemi. Přípravnou, kdy je směr pohybu nahoru a má pasivní charakter. Druhá je fáze záběrová, směrem dolů z pokrčení v kolenou, kdy je vynaloženo vyšší svalové úsilí.

Práce kraulových nohou je efektivní, pokud je dostatečná pohyblivost v kolenním a hlezenním kloubu (Maglischo, 1993). U plaveckého způsobu kraul jsou nohy velmi důležité kvůli správnému rytmu, dále pro správný nácviu technických cvičení.

Paže při tomto plaveckém způsobu jsou dominantní. Je tomu tak, co se týče hnací síly. Pohyb, který paže vykonávají je střídavý. Je rozdělen na dva cykly, přičemž každá paže vykonává jeden. Jedna část pohybu je vedena nad vodou, kterou označujeme jako přenos. Druhá část, která probíhá pod vodou, je označována jako záběr. Obě paže vykonávají stejný pohyb, ne však ve stejnou dobu.

Pohyb paží při plaveckém způsobu kraul je složitý, proto jej popisuje v 5 základních fázích Hofer et al., (2006):

- 1) **Přípravná:** pokrčená paže v lokti zanořuje do vody způsobem, že dlaň je níže než loket. Zanořená paže je v jedné ose s ramenem a boky. Jednotlivé části paže jdou do vody v pořadí, dlaň, předloktí, loket a rameno.
- 2) **Záběrová:** nejúčinnější fáze, kdy probíhá práce paže pod vodou.

Esovitý záběr vedený po křivce by měl být plynulý a rozdělený do úseku přitahování a odtlačování – přitahování je úsek, kdy se paže krčí v lokti a rameno s hrudníkem se na stranu zabírající paže otáčí.

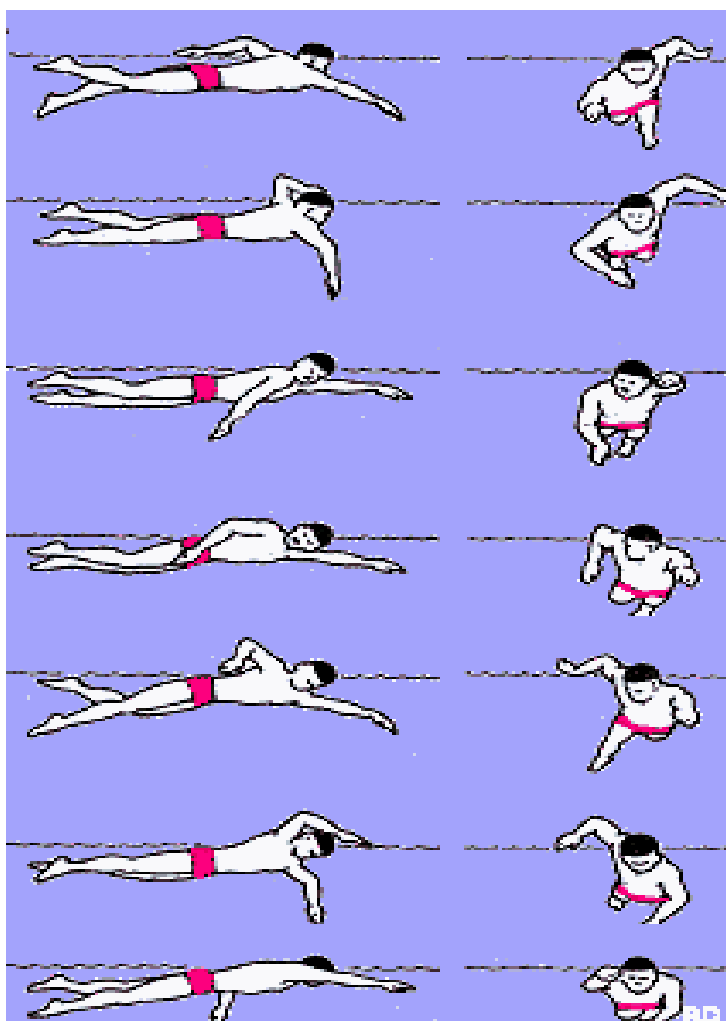
Drahá, po které se paže pohybuje je kruhová, při níž je dlaň směrem ven i dolů. Následným ohybem v lokti, je paže v poloze, kdy jsou dlaně níže než lokty (poloha vysokého lokte).

- 3) Odtlačování: paže směrem ke stehnům. V lokti dochází k propnutí a následné napnutí paže. V této fázi by měla paže zrychlovat až do konce pohybu pod vodou.
- 4) Vytažení a přenos: po dokončení záběrové fáze, paže vychází z vody loktem začínaje. Poté jde z vody předloktí a dlaň, která je vytočená směrem vzhůru. Tato fáze je typická vysokou polohou lokte. Není zde nárok na velké svalové úsilí.
- 5) Přechodná: trvající velmi krátkou chvíli. Za cíl je kladena nejlepší poloha paže pro záběrovou fázi. Paže se natahuje směrem dopředu.

Čechovská a Miler (2008) uvádějí, že tento plavecký způsob je charakteristický souhrou dýchání a pohybů horních končetin, ovlivněný počtem kopů. Rozlišují jak dvouúderový kraul, tak šestiúderový kraul. Dáno je to pohybovým cyklem obou paží doprovázený počtem kopů. Tempo považujeme stejně jako u znaku záběry oběma pažemi.

U střídavých plaveckých způsobů (znak a kraul) lze provádět dokončení délky kotoulovou obrátkou, místo dotekem paže. Plavec dokončuje poslední nádech a záběr paže před stěnou (koncem bazénu). Dochází k přitažení obou paží podél těla k bokům, hlava se potápí a vysazují se boky. Napjaté nohy jsou do chvíle, kdy jsou paty ve vodě, poté se rychle pokrčují a urychlují přetočení. Před odrazem se tělo částečně přetáčí kolem podélné osy. Chodidla se dotknou obrátkové stěny a provedou mohutný odraz. V této chvíli je tělo v poloze na boku a v pokrčení. Paže se postupně natahují až do splývavé polohy. Kotoulová obrátka se dokončuje přetočením těla do polohy na břicho a následným záběrem kroulové paže (Counsilmann, 1977).

Obrázek 4. Kinogram plaveckého způsobu kraul (www.sportuterricht.de)



2.5.4 Plavecký způsob motýlek

Motýlek je nejmladším plaveckým způsobem. Přestože se vyvinul z plaveckého způsobu prsa, je dnes charakterem spíše blíže kraulu (zapojení hlavních svalových skupin, práce dolních i horních končetin). Při správném provedení lze považovat tento plavecký způsob za nejelegantnější. Je však i nejobtížnější a podmínkou pro samotný výcvik je zvládnutí techniky předešlých tří plaveckých způsobů (Neuls, Svozil, Viktorjeník, & Dub, 2014).

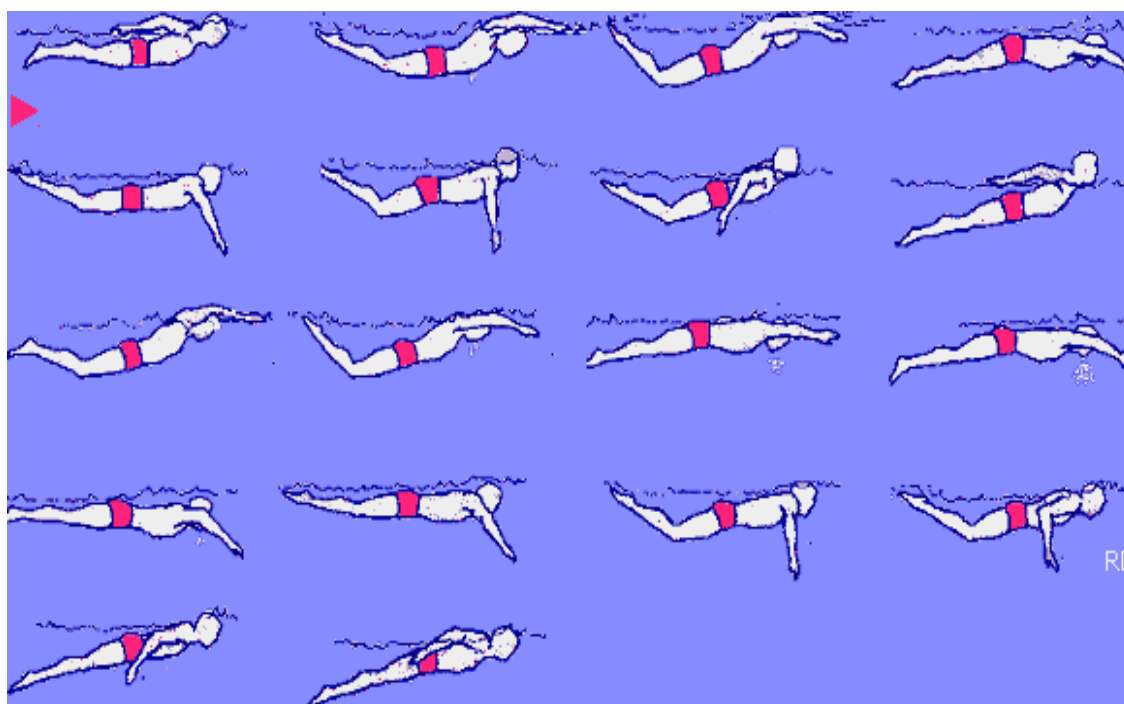
Dokonalá technika je charakteristická optimální a plynulou vlnivou prací těla, dynamická a silná činnost dolních končetin, jejichž pohyb vychází z kyčlí. Dalším aspektem je poloha hlavy s pohledem směřujícím dolů, přenos paží s lokty nahoře a palci směřujícími dolů.

Práce dolních končetin je pomocí delfínového vlnění. Bérce provádějí explozivní kop při uvolněných nártách. Delfínové vlnění je doprovázeno pohybem pánve. Pohyb paží je symetrický, podobný kraulovému záběru (Hofer, 2006). Natažené paže se zanořují před tělem, lokty jsou výše než zápěstí, hlava je pod hladinou. Záběr je veden po esovité dráze pod tělem k vnější straně stehen. Po jeho ukončení se paže uvolněné, ale napnuté přesunují švihem vpřed.

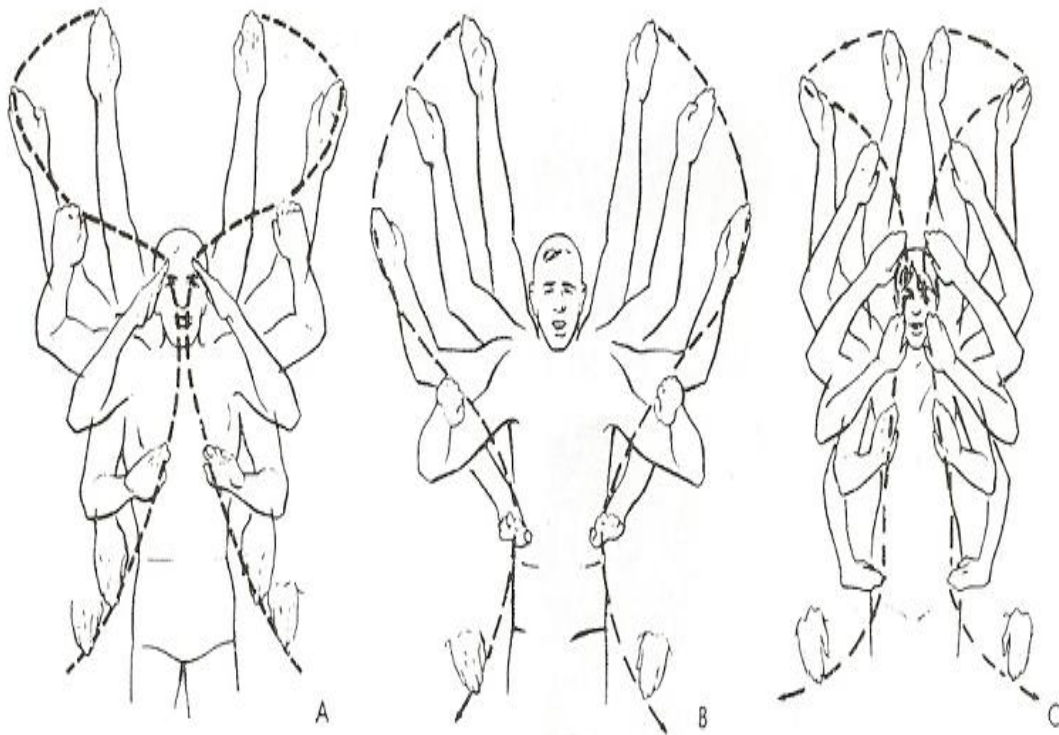
Práce horních končetin je symetrická, velmi podobná kraulovému záběru. Natažené paže se zanořují před tělem, dlaně a předloktí se tlačí ven a vzad (poloha vysokých loktů). Záběr pokračuje po esovité dráze pod tělem k vnější straně stehen. Nad vodou jsou paže přenášeny před švihem. Na konci přenosu dochází k zanoření hlavy (Neuls, Svozil, Viktorjeník, & Dub, 2014).

V momentě kdy se ruce zanořují, kolena se pokrčují a chodidla jsou na hladině. Dolní končetiny dokončují delfínový kop a paže zabírají (+výdech). Navazuje druhý kop a odtlačení paží. Dolní končetiny dokončují kop, následuje nádech a začíná přenos paží a zanoření hlavy (Hofer, 2006). Jako tempo považujeme záběr pažemi a dva delfínové kopy.

Obrázek 5. Kinogram plaveckého způsobu motýlek (www.sportuterricht.de)



Obrázek 6. Příklad trajektorie záběru paží při plaveckém způsobu motýlek
(Counsilman,1974)



Vysvětlivky: A Kevin Berry, světový rekordman, vítěz OH 1964

B Fred Schmidt, rekordman NCAA a USA

C Sue Pitt, světová rekordmanka, mistryně USA

2.6 Energetická náročnost plaveckých způsobů

Energetický výdej je ovlivněn výkonem plavce. Čím větší výkon je, tím větší je výdej energie. Tento vztah však není lineární. Plavec, který je více trénovaný, má menší výdej energie, než plavec netrénovaný. Vinařický (1976) uvádí energetickou náročnost plaveckých způsobů v tabulkách 1 až 4. Byli jsme si vědomi stáří údajů.

Tabulka 1. Výdej energie při plaveckém způsobu kraul

Trať m		1	2	3	4	5
		Čas	Rychlost m/s	Kcal/min	Celkem Kcal	1M
a	100	1:00	1,67	44,24	44,24	34
b	100	51,3	1,95	51,8	44,24	30,8
c	100	57,6	1,74	39,8	38,2	39,8
a	200	2:00	1,56	36,1	77,25	27,6
b	200	1:52,8	1,77	41,1	77,25	31,6
c	200	2:03,5	1,62	31,6	65,1	31,6
a	400	4:28	1,49	31,4	140,36	24,2
b	400	3:58,1	1,68	35,4	149,36	27,2
c	400	4:18,1	1,55	27,2	117	27,2
a	1500	21:06	1,18	15,6	329	12
b	1500	15:32	1,61	21,1	329	16,2
c	1500	16:50	1,49	16,2	273	16,2

Vysvětlivky: 1 – čas udávající se ve sportu; 4 – výdej energie za celou trať; 5 – intenzita metabolismu (násobek bazální hodnoty) – (u mužů je počítáno s BM = 1,3 Kcal/min, u žen BM = 1 Kcal/min); a – výkonnostní třída muži; b – výkonnost světové špičky (muži); c – výkonnost světové špičky (ženy).

Tabulka 2. Výdej energie při plaveckém způsobu znak

Trať m		1	2	3	4	5
		Čas	Rychlost m/s	Kcal/min	Celkem Kcal	1M
a	100	1:08	1,51	50	55	38,5
b	100	56,3	1,78	57,55	54	44,3
c	100	1:05	1,54	44,3	48	44,3
a	200	2:24	1,39	37,8	88,8	28,5
b	200	2:02	1,64	43,1	87,5	33,2
c	200	02:19,2	1,44	33,2	77	33,2

Vysvětlivky: 1 – čas udávající se ve sportu; 4 – výdej energie za celou trať; 5 – intenzita metabolismu (násobek bazální hodnoty) – (u mužů je počítáno s BM = 1,3 Kcal/min, u žen BM = 1 Kcal/min); a – výkonnostní třída muži; b – výkonnost světové špičky (muži); c – výkonnost světové špičky (ženy).

Tabulka 3. Výdej energie při plaveckém způsobu motýlek

Trať m		1	2	3	4	5
		Čas	Rychlost m/s	Kcal/min	Celkem Kcal	1M
a	100	1:05,4	1,53	44,4	48,4	34,2
b	100	54,3	1,84	53,4	48,4	41,1
c	100	1:02,3	1,6	41,1	42,7	41,1
a	200	2:35	1,38	64,2	82,8	26,3
b	200	2:01	1,66	41,8	84	32,2
c	200	2:14	1,49	32,2	71,7	32,2

Vysvětlivky: 1 – čas udávající se ve sportu; 4 – výdej energie za celou trať; 5 – intenzita metabolismu (násobek bazální hodnoty) – (u mužů je počítáno s BM = 1,3 Kcal/min, u žen BM = 1 Kcal/min); a – výkonnostní třída muži; b – výkonnost světové špičky (muži); c – výkonnost světové špičky (ženy).

Tabulka 4. Výdej energie při plaveckém způsobu prsa

Trať m		1	2	3	4	5
		Čas	Rychlost m/s	Kcal/min	Celkem Kcal	1M
a	100	1:23	1,2	93,1	47	25,4
b	100	1:04	1,56	45,5	48,2	33,9
c	100	1:14	1,35	33,9	48,5	33,9
a	200	3:00	1,1	28	84	21,5
b	200	2:19,3	1,43	37,9	87,9	29,2
c	200	2:39	1,35	29,2	77,4	29,2

Vysvětlivky: 1 – čas udávající se ve sportu; 4 – výdej energie za celou trať; 5 – intenzita metabolismu (násobek bazální hodnoty) – (u mužů je počítáno s BM = 1,3 Kcal/min, u žen BM = 1 Kcal/min); a – výkonnostní třída muži; b – výkonnost světové špičky (muži); c – výkonnost světové špičky (ženy).

2.7 Faktory ovlivňující plavecký výkon

„Technika představuje významný faktor. Sledování je základním diagnostickým prostředkem. Účinnost se posuzuje délkou plaveckého kroku ve vztahu k rychlosti plavání a frekvencí záběrových pohybů“ (Pokorná, & Jurák, 2011). Dle Neulse, Svozila, Viktorjeníka a Duba (2014) plavání vyžaduje jistou „technickou dokonalost“, která je rozhodujícím faktorem plaveckého výkonu.

Rutarová (2012) posuje faktory do několika kategorií:

- Technické – technika plaveckých způsobů, plavecké dovednosti (např. splývání, obrátky).
- Taktické – závodní strategie, rozložení sil apod.
- Psychické – psychická odolnost, sebedůvěra a další.
- Somatické – délka končetin, velikost plochy dlaní, či chodidel apod.
- Kondiční – vytrvalost, koordinace apod.
- Ostatní – výživa, regenerace apod.

Z fyziologického hlediska výkonnost v plavání ovlivňuje dle Botka (2016) genetické dispozice, somatotyp, typ svalových vláken, ekonomika pohybu, akční – reakční rychlost, produkce energie (ATP – adenosintrifosfát) a trénovatelnost.

2.8 Diagnostika v plavání

Dle Smitha et al. (2002) je fyziologické testování jednou ze součástí tréninkových programů elitních plavců. Vyhodnocování fyziologických testů a specifických měřítek poskytují zásadní informace o výkonu. Dále poskytují odpovědi na tréninkové programy nejenom trenérům, ale i plavcům či vědcům v oblasti sportovního tréninku. Podávání výkonu je v blízkém vztahu s fyziologickými adaptacemi na tréninkový program (Edelmann-Nusser, Hohmann, & Henneberg, 2002). Posouzení různých komponentů výkonu může poskytnout informace o progresu a pravděpodobném závodním potenciálu. Pravidelné postupné testování je běžně používané k posouzení fyziologických adaptací plavců. Nejčastěji se měří hladina laktátu a srdeční frekvence v rozsahu intenzit při maximálním úsilí (Anderson et al., 2008; Pyne, Lee, & Swanwick, 2001).

U elitních plavců se fyziologické testování skládá z popisu a monitoringu tréninku. Popis tréninkových sérií by měl zahrnovat prvky fyzické zátěže a technických charakteristik záběrových parametrů. Standardizovaná pre-testová příprava je doporučována k tomu získat reliabilní a validní fyziologická data před testováním. Testování plavci by měli být vždy odpočinutí, zdraví (bez nemoci, či zranění) a

rozplavání (Savage, & Pyne et Australian Institute of Sport 2013). Plavecké hodinky mohou posloužit jako diagnostický nástroj např. v oblasti techniky, biomechaniky atd.

Tabulka 5. Doporučovaný test (upraveno dle Savage, & Pyne et Australian Institute of Sport, 2013).

Den	Testy
1. týden, 1. den, ráno	antropometrie
1. týden, 1. den, odpoledne	5 x 200 m
1. týden, 2. den, odpoledne	6 x 50 m efektivita záběrů
2. týden, 1. den, odpoledne	8 x 100 m
dle dohody	jiné fyziologické aplikace

Plavání je technicky náročný sport a výrazný podíl plaveckého tréninku připadá právě na techniku, spojovanou s „pocitem vody“. V plavání lze využít testu zaměřujícího se čistě na techniku záběru. Test spočívá v plavání 6 x 50 metrů. Série jsou plavány s progresivně vzrůstající rychlostí stanovenou vztahem mezi plaveckou rychlostí, záběrovou rychlostí a délkou plaveckého kroku (vzdálenost uplavaná na jeden záběrový cyklus). Tento vztah se vyjadřuje vzorcem:

Stroke mechanics test (6 x 50 M) (upraveno dle Savage, & Pyne et Australian Institute of Sport, 2013)

<p>rychlost (R) = rychlost záběru (RZ) x délka plaveckého kroku (DPK)</p> <p>rychlost ($m \cdot s^{-1}$) = rychlost záběru ($záběr \cdot s^{-1}$) x délka plaveckého kroku ($m \cdot záběr^{-1}$)</p> <p>délka plaveckého kroku (m) = $[R (m \cdot s^{-1}) \times 60] / RZ (záběr \cdot min^{-1})$</p>
--

V praxi je obtížné měření plaveckého kroku na bazéně bez sofistikovaných biomechanických analýz. Jednoduché počítání záběrových cyklů na úsecích může být nepřesné, protože nevíme, jakou vzdálenost plavec zdolal pomocí dokončených záběrových cyklů. Délka plaveckého kroku může být spočítána z rychlosti a rychlosti záběru ze známé vzdálenosti (Maw, & Walkers, 1996).

Plavecké hodinky lze využít jako diagnostický nástroj. V našem případě lze využít tzv. „SWOLF“ skóre. Toto skóre je ukazatelem efektivity plavání, čím nižší hodnota, tím lepší efektivita. Výpočet skóre je počet temp na úsek + čas. Nejprve je nutné říci, že Swolf skóre není všehíkajícím ukazatelem, ale může navrhnout hypotézu o stylu plavání jedince v jednotlivých úsecích. Prvním případem je plavání při vysokém

počtu temp, krátkém plaveckém kroku a relativně vysoké rychlosti. Druhý případ je opakem, plavání při nízkém počtu temp, delším plaveckém kroku a relativně nižší rychlosti. Swolf skóre lze tedy využít např. v tréninkové praxi.

3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Hlavním cílem práce je zjistit přesnost měření plaveckých hodinek Garmin Swim při plavání v krytém bazénu a přispět tak metodologii monitoringu pohybové aktivity, respektive ověření vhodnosti tohoto přístroje pro tréninkovou praxi.

Dílčí cíle:

Stanovit validitu plaveckých hodinek Garmin Swim.

Výzkumné otázky:

- Jaká je míra shody mezi skutečným počtem temp a počtem temp naměřeným ověřovaným přístrojem?
- Jaká je míra shody mezi přístroji umístěnými na pravém a levém zápěstí?
- Jaké je přesnost měření uplavané vzdálenosti?
- Jaká je spolehlivost detekce plaveckých způsobů?

4 METODIKA

Studie byla prováděna na plaveckém stadionu v Olomouci. Měření probíhalo na 50metrovém plaveckém bazénu. Teploty vody byla 27 °C. Plavci byli vždy po rozplavání minimálně 600 metrů a mezi jednotlivými ověřovanými distancemi měli vyplavání 200 metrů. Plavci byli instruováni o měření hodinkami a jejich ovládání.

Sběr dat probíhal prostřednictvím plaveckých hodinek Garmin Swim. Data byla následně převedena do programu MS Excel a Statistica 12.

4.1 Výzkumný soubor

Studie se zúčastnilo 26 plavců z oddílu Sportovního klubu Univerzity Palackého v Olomouci, z toho 9 žen a 17 mužů ve věku od 19 do 36 let. Jednalo se jak o aktivní plavce, tak o plavce bývalé. Byli jsme si vědomi toho, že nepracujeme s elitními plavci, ale brali jsme jako výhodu heterogenní charakter skupiny.

4.2 Plavecké hodinky Garmin Swim

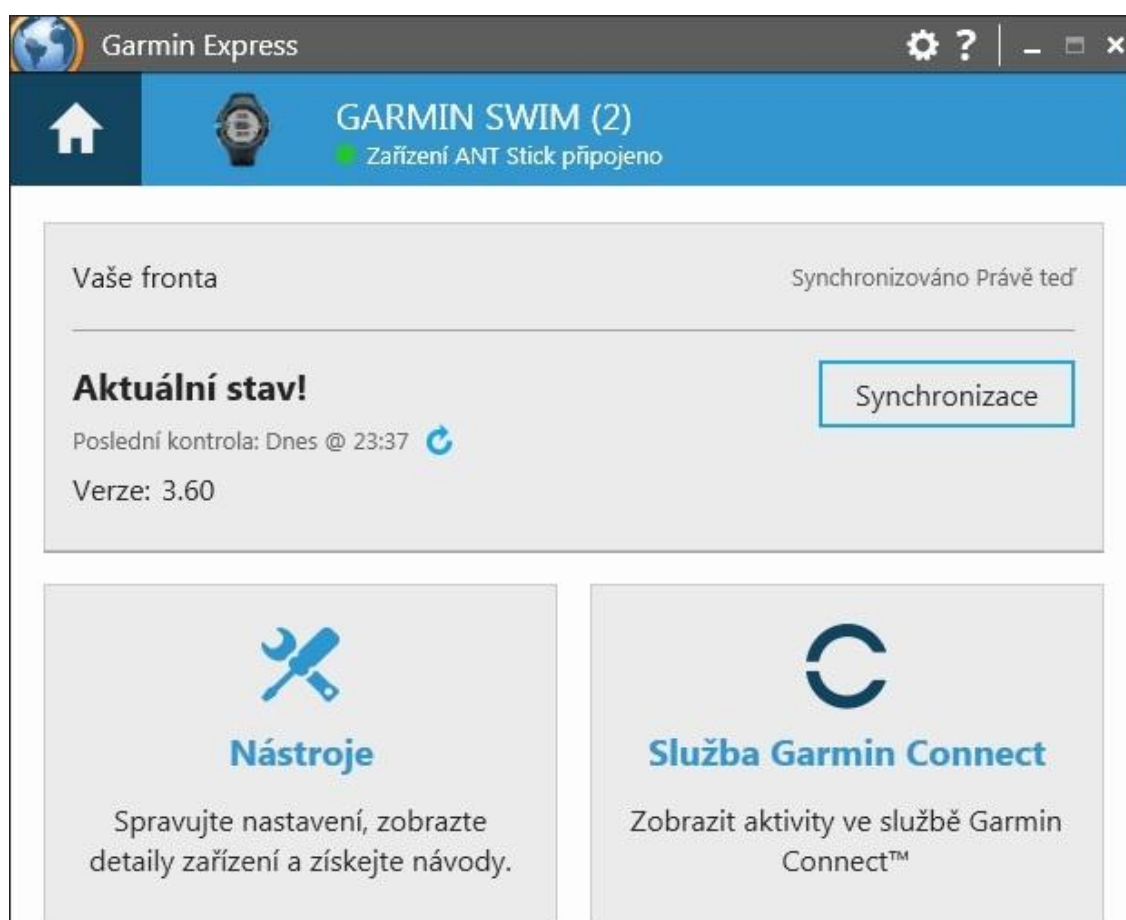


(www.garmin.cz)

Hodinky jsou vyvinuty pro vyhodnocování plaveckých tréninků v krytém bazénu. Hmotnost 40 gramů, 13 milimetrů tenké tělo. Hodinky zaznamenávají pomocí pohybových senzorů (obsahují integrovaná čidla). Interní informace o konstrukci nebyly dostupné. Hodinky jsou voděodolné do 50 metrů.

Hodinky rozpoznávají plavecké způsoby (motýlek, znak, prsa a kraul), dále počítají uplavané délky a vzdálenosti, dále tempa, záběry, energetický výdej v kaloriích a efektivitu plavání (SWOLF skóre – údaj o součtu času v úseku a počtu temp – čím nižší skóre, tím lepší efektivita). Ovládání je velmi snadné. Stačí předdefinovat délku bazénu v nastavení a prvotní záznam může pomoci modrého tlačítka a tlačítka start začít. Detekce způsobu je automatická. Záznam z plaveckých hodinek je pomocí programu Garmin Express převeden do elektronické podoby. Před tím je třeba vytvořit si účet na www.connect.garmin.com.

Obrázek 7. Program Garmin Express



Obrázek 8. Grafické znázornění uplavaného úseku 200 metrů polohový závod (www.connect.garmin.cz)



4.3 Pilotní studie

Pilotní studie se zúčastnilo 10 plavců ze Sportovního klubu Univerzity Palackého, 3 ženy a 7 mužů. Šest z nich bylo stále aktivních. Plavecké hodinky měly provést kompletní záznam plavecké trati 200 metrů kroul a 200 metrů polohový závod. Proband měl nasazený jedny plavecké hodinky. Zjistili jsme, že je důležité silně zmáčknout tlačítko startu záznamu. Dále jsme zjistili, že je nutné před dokončením každého úseku nutně výrazně udeřit paží do vody, aby došlo k přesné detekci ukončení jedné délky bazénu.

4.4 Hlavní měření

Ověřovací studie se zúčastnilo 16 plavců, z toho 6 žen a 10 mužů. Každý proband absolvoval měření dvakrát. Při testování byly použity dvojce plavecké hodinky, na každém zápěstí jedny. Testování bylo prováděno na disciplínách 200 metrů polohový závod a 400 metrů kroul. Plavci provedli vždy jen jedno testování (obě distance) v jeden den.

4.5 Průběh měření

Ověřování se skládá z měření plavání pomocí plaveckých hodinek Garmin Swim a programu Garmin Express s následným připojením k serveru www.connect.garmin.com. Kritériem pro stanovení validity bylo uplavání vzdálenosti 200 metrů polohový závod a 400 metrů kroul. Sledována byla hodnota odchylky a jejího směru – nadhodnocování/podhodnocování.

Každý proband byl seznámen s výzkumem. Zúčastnění bylo dobrovolné a data anonymní. Proband si nasadil na každou ruku jedny hodinky v oblasti zápěstí. Jeho úkol bylo překonat danou vzdálenost v libovolném tempu. V případě polohového závodu měl proband provést dokončení každé délky dotykem o stěnu, aby hodinky zaznamenaly konec úseku. V případě kroulu, kde lze provádět dokončení délky kotoulovou obrátkou měl plavec za úkol posledním záběrem silně udeřit do vody.

4.6 Statistické zpracování

Pro statistické zpracování výsledků jsme využili hodnot a veličin, které uvádí Hendl (2004) a Chráska (2000):

- Aritmetický průměr (M) – součet všech hodnot, vydělený jejich počtem.
- Směrodatná odchylka (SD) – vypovídající míra, jak se od sebe liší typické případy ve zkoumaných číslech.
- Soubor (n) – množina všech probandů. Každý je brán jako prvek.
- Koeficient determinace (r^2) – mocnina korelačního koeficientu.
- Korelační koeficient (Pearsonův) – může dosahovat intervalu od -1 do +1. Čím bližší je hodnota nule, tím vzniká nižší závislost obou proměnných. Oproti tomu čím blíže je hodnota k +1 nebo -1, tím je závislost vyšší.
- Reliabilita – vyjádření hodnot, kterých lze dosáhnout při opakovaném měření, za stejných podmínek. Lze ji popsat jako spolehlivost a stupeň označujeme jako koeficient reliability.
- Koeficient reliability – číslo, dosahující hodnot od 0 do 1, čím bližší hodnota k 1 tím vyšší stupeň reliability.
- Validita – přesnost měření – je měřeno to, co má být opravdu měřeno.

Tabulka 6. Interpretace hodnot korelačního koeficientu (Chráska, 2000)

$r = 1,0$	Naprostá - funkční závislost
$r = 0,90-1,0$	Velmi vysoká závislost
$r = 0,70-0,90$	Vysoká závislost
$r = 0,40-0,70$	Střední závislost
$r = 0,20-0,40$	Nízká závislost
$r = 0,00-0,20$	Slabá – nepoužitelná závislost
$r = 0,00$	Naprostá nezávislost

Čím více se blíží korelačního koeficient hodnotě 1, tím je závislost mezi dvěma proměnnými vyšší. Pokud má být stanovena spolehlivost ověřovaných dat, měl by korelační koeficient dosahovat minimálně střední závislosti ($r=0,40-0,70$).

Pro potřeby interpretace naměřených dat jsme si stanovili podmínku o akceptovatelné chybě měření, tvořící max. 3 %. Vycházeli jsme z pedometrů – z japonského standardu pro měření kroků (Hatano, 1993).

5 VÝSLEDKY

5.1 Hodnocení 400 metrů kraul

Přesnost měření byla pro naši studii brána jako hlavní. Průměrný čas překonání dané distance byl 6:57, maximální 7:55 a minimální 4:55 (SD byla 42 s). U obou stran došlo k změření vzdálenosti 400 metrů ve všech případech měření (100 %). Každé měření bylo v průběhu jak 400 metrů (kraul), tak 200 metrů (polohový závod) rozděleno na jednotlivé 50metrové úseky.

Z tabulky 7 vyplývá, že rozdíl ve skutečných a naměřených hodnotách počtu temp se v průměru výrazně neliší. Z tabulky 8 vyplývá, že míra závislosti mezi skutečnými a naměřenými hodnotami, respektive mezi pravou a levou stranou dosahuje velmi vysoké závislosti, tudíž je měření dostatečně reliabilní.

Z tabulky 9 a 10 vyplývá, že podmínce akceptovatelné chyby měření 3 % vyhovovalo 23 z 30 měření na pravé straně, na straně levé tomu bylo v 16 z 30 měření. Dále je patrné, že u sledovaných měření byla převaha podhodnocování na pravé straně a převaha nadhodnocování na straně levé. V tabulce 11 je patrné, že rozpoznání plaveckého způsobu v této disciplíně je také vysoce reliabilní.

Tabulka 7. Hodnoty měření počtu temp (n=30)

	Pravá strana (M ± SD)	Levá strana (M ± SD)
Skutečný počet temp	158,03 ± 18,92	157,20 ± 19,34
Naměřený počet temp	158,07 ± 18,83	158,30 ± 17,74

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 8. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=30)

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,97 (p = 0,0001)	0,94	0,94 (p = 0,0001)	0,88	0,96 (p = 0,0001)	0,92

Vysvětlivky: r_p – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, *p* – hladina statistické významnosti

Tabulka 9. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = 0,03 tempa (0,07 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 3,03 tempa (1,99 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	13x (M = -3,46 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-5,51 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	10x (M = +4,6 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+8,70 %
Přesně	7x
Počet výsledků s chybou max. ±3% (%)	23 z 30 (76,70 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Tabulka 10. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = 1,10 tempa (1,12 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 4,5 tempa (3,13 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	11x (M = -4,74 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-8,05 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	13x (M = +6,46 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+14,01 %
Přesně	6x
Počet výsledků s chybou max. ±3% (%)	16 z 30 (53,33 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Tabulka 11. Detekce (rozpoznání) plaveckého způsobu na pravé i levé straně (n=30)

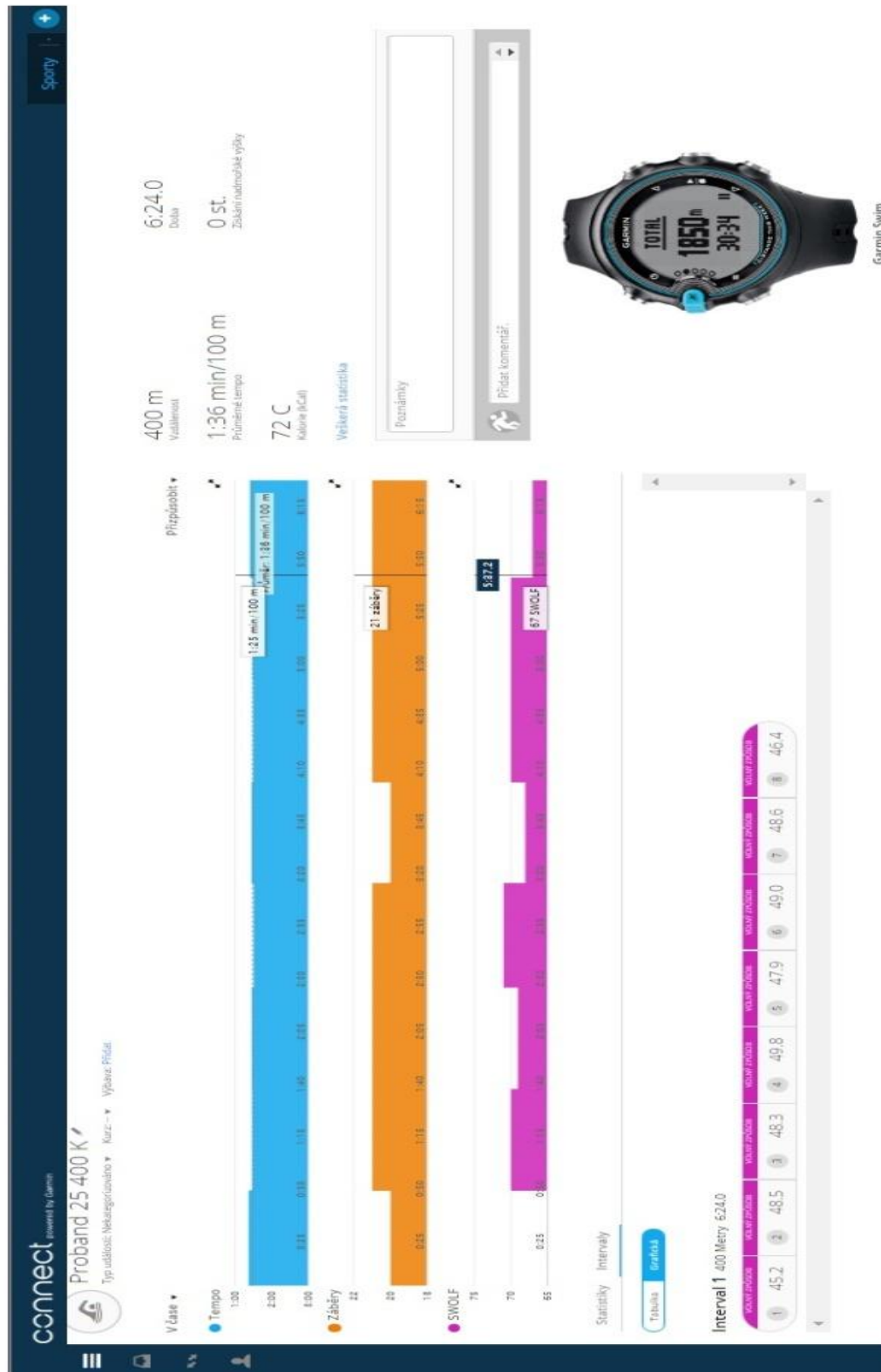
	správně	chybně
Pravá strana	29x	1x
Levá strana	29x	1x

V obou případech nastala chyba pouze v jediném 50metrovém úseku, kdy byl kraul chybně detekován za prsa.

Obrázek 9. Grafické znázornění a popis statistik u jednoho z probandů na 400 metrů kraul (www.connect.garmin.cz)



Obrázek 10. Grafické znázornění a popis intervalů u jednoho z probandů na 400 metrů kraul (www.connect.garmin.cz)



5.2 Hodnocení 200 metrů polohový závod

Průměrný čas překonání dané distance byl 3:38, maximální 4:26 a minimální 3:22 (SD byla 15 s). Z tabulky 12 vyplývá, že rozdíly ve skutečných a naměřených hodnotách počtu temp jsou malé. Z míry závislosti mezi skutečnými a naměřenými hodnotami, respektive mezi pravou a levou stranou v tabulce 13 vyplývá, že pokud byly hodinky na pravé straně, byla velmi vysoká závislost a tudíž vysoká reliabilita. Na levé straně byly hodnoty o stupeň nižší a závislost byla tedy vysoká.

Z tabulky 14 je patrné, že odchylky měření počtu temp byly větší než u distance 400 metrů kraul. Nadhodnocení bylo zjištěno v 25 případech a žádné měření nebylo přesné. Z tabulky 15 vyplývá také převaha nadhodnocování tentokrát ve 23 případech a přesné měření bylo pouze ve 3 případech. Na pravé i levé straně podmínce přijatelné chyby 3 % vyhovělo 11 z 31 měření. Tabulka 16 popisuje přesnost měření vzdáleností a to v 29 případech na pravé straně a v 30 na straně levé.

Z tabulky 17 a 18 vyplývá, že detekce plaveckého způsobu je nejspolehlivější v případě plaveckého způsobu kraul, kdy přesně bylo detekováno 28 případů na pravé straně 29 případů na straně levé. Naproti tomu nejvíce problematický je plavecký způsob motýlek, kdy byla přesnost pouze v 16 případech na straně pravé a v 19 případech na straně levé. U plaveckého způsobu znak bylo přesně 25 měření na pravé i levé straně. U plaveckého způsobu prsa byla detekce správná v 28 případech na pravé i levé straně.

Pokud porovnáme měření dvou přístrojů na jednom probandovi v 93 % je shoda u plaveckého způsobu kraul, 90 % u plaveckého způsobu prsa. Oproti tomu u motýlku pouze 47 % a u znaku 70 %.

Tabulka 12. Hodnoty měření počtu temp (n=31)

	Pravá strana (M ± SD)	Levá strana (M ± SD)
Skutečný počet temp	83,32 ± 12,79	83,10 ± 13,06
Naměřený počet temp	87,19 ± 11,68	85,94 ± 10,70

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 13. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=31)

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,94 (p = 0,0001)	0,88	0,88 (p = 0,0001)	0,77	0,94 (p = 0,0001)	0,88

Vysvětlivky: r_p – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, p – hladina statistické významnosti

Tabulka 14. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=31)

Průměrná odchylka	M = 3,55 tempa (4,55 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 4,19 tempa (5,22 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	6x (M = -1,67 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-2,27 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	25x (M = +4,80 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+18,52 %
Přesně	0
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	11 z 31 (35,48 %)

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr

Tabulka 15. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=31)

Průměrná odchylka	M = 2,84 tempa (4,13 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 5,16 tempa (6,40 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	5x (M = -7,2 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-15,84 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	23x (M = +5,39 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+25,81 %
Přesně	3x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	11 z 31 (35,48 %)

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr

Tabulka 16. Měření 200metrové vzdálenosti (n=31)

	správně (%)	počet nadhodnocení
Pravá strana	29 z 31 (93,55 %)	2x
Levá strana	30 z 31 (96,77 %)	1x

V případě nahodnocení se jednalo na pravé straně o 1 délku (50 metrů – o 25 %), na levé straně o 2 délky (100 metrů – o 50%).

Tabulka 17. Detekce (rozpoznání) plaveckých způsobů v polohovém závodě (n=31)

	Pravá strana		Levá strana	
	správně (%)	chybně (%)	správně (%)	chybně (%)
Motýlek	16x (53 %)	14x (47 %)	19x (63 %)	11x (37 %)
Znak	25x (83 %)	5x (17 %)	25x (83 %)	5x (17 %)
Prsa	28x (93 %)	2x (7 %)	28x (93 %)	2x (7 %)
Kraul	28x (93 %)	2x (7 %)	29x (93 %)	1x (3 %)

Záměna v detekci na pravé straně u motýlku byla 12x za kraul a 2x za prsa. U znaku byla 4x za prsa a 1x za kraul. U prsou byla 1x za znak a 1x za kraul. U kraulu byla 2x za prsa. Záměna v detekci na levé straně u motýlku byla 9x za kraul a 2x za prsa. U znaku 4x za prsa a 1x za kraul. U prsou byla 1x za znak a 1x za kraul. U kraulu byla 1x za znak.

Tabulka 18. Shoda mezi pravou a levou stranou v detekci (rozpoznání) plaveckých způsobů (n=31)

	správně u obou (%)	jedna strana chybně (%)	obě strany chybně (%)
Motýlek	14x (47 %)	7x (23 %)	9x (30 %)
Znak	21x (70 %)	8x (27 %)	1x (3 %)
Prsa	27x (90 %)	2x (7 %)	1x (3 %)
Kraul	28x (93 %)	1x (3 %)	1x (3 %)

Obrázek 11. Porovnání pravé (1) a levé (2) strany u jednoho z probandů na 200 metrů polohový závod z hlediska statistik (www.connect.garmin.cz)

1)



2)



Obrázek 12. Porovnání pravé (1) a levé (2) strany u jednoho z probandů na 200 metrů polohový závod z hlediska intervalů (www.connect.garmin.cz)

1)



2)

connect powered by Garmin

Proband 27 200PZ

Typ události: Nekategorizováno Kurz: Vyšava Přidat

Spory

200 m
Vzdálenost

1:45 min/100 m
Průměrné tempo

53 C
Kalorie (kCal)


Veškerá statistika

3:30.9
Doba

0 st.
Získaná nadmořské výšky

Poznámky

Přidat komentář



Garmin Swim

V čase

Tempo

0:00 - 0:30	1:30
0:30 - 1:00	1:30
1:00 - 1:30	1:45
1:30 - 2:00	1:45
2:00 - 2:30	1:45
2:30 - 3:00	1:45
3:00 - 3:30	1:45
Průměr: 1:45 min/100 m	

Záběry

0:00 - 0:30	23 záběry
0:30 - 1:00	15
1:00 - 1:30	10
1:30 - 2:00	10
2:00 - 2:30	10
2:30 - 3:00	10
3:00 - 3:30	10

SWOLF

0:00 - 0:30	88 SWOLF
0:30 - 1:00	80
1:00 - 1:30	80
1:30 - 2:00	80
2:00 - 2:30	80
2:30 - 3:00	80
3:00 - 3:30	80

Statistiky Intervaly

Tabulka Grafika

Interval 1 200 Metry 3:30.9

1	43.8	2	48.0	3	75.1	4	43.8
KONTRAKCE		DRŽE		RELAX		KONTRAKCE	

5.3 Analýza jednotlivých úseků v 200 metrů polohový závod

5.3.1 Analýza úseku 50 metrů motýlek

Z tabulky 19 je patrné, že měření počtu temp dosahuje vysoké závislosti. V tabulkách 21 a 22 však sledujeme nárůst nadhodnocování, a to v 23 případech na straně pravé a 21 případech na straně levé. Přesnost měření je nízká. Akceptovatelná odchylka byla zaznamenána pouze v 5 případech u obou přístrojů.

Tabulka 19. Hodnoty měření počtu temp (n=30)

	Pravá strana (M ± SD)	Levá strana (M ± SD)
Skutečný počet temp	18,83 ± 3,60	18,83 ± 3,60
Naměřený počet temp	20,13 ± 3,97	20,07 ± 4,01

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 20. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=30)

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,92 (p = 0,0001)	0,85	0,91 (p = 0,0001)	0,83	0,98 (p = 0,0001)	0,96

Vysvětlivky: *r* – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, *p* – statická hladina významnosti

Tabulka 21. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = 1,30 tempa (7,28 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,63 tempa (8,97 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	3x (M = -1,67 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-20,00 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	23x (M = +1,91 %)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+25,00 %
Přesně	4x
Počet výsledků s chybou max. ±3% (%)	5 z 30 (16,67 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Tabulka 22. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = 1,30 tempa (7,28 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,63 tempa (8,97 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	3x (M = -1,67 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-20,00 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	21x (M = +2,05 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+25,00 %
Přesně	5x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	5 z 30 (16,67 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

5.3.2 Analýza úseku 50 metrů znak

V tabulce 24 je z míry závislosti mezi skutečnými a naměřenými hodnotami, respektive mezi pravou a levou stranou patrná stěrná závislost. U znaku byly zaznamenány rozdíly v přístrojích. Pravá strana měla tendenci spíše nadhodnocovat, levá strana spíše podhodnocovat. V případě pravé strany bylo měření přesnější (v 11 případech) oproti straně levé.

Tabulka 23. Hodnoty měření počtu temp (n=30)

	Pravá strana (M \pm SD)	Levá strana (M \pm SD)
Skutečný počet temp	22,13 \pm 3,44	22,13 \pm 3,44
Naměřený počet temp	21,47 \pm 4,17	21,20 \pm 4,41

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 24. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=30).

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,56 (p = 0,001)	0,31	0,55 (p = 0,002)	0,30	0,77 (p = 0,0001)	0,59

Vysvětlivky: *r* – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, *p* – statická hladina významnosti

Tabulka 25. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = -0,67 tempa (-2,39 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,80 tempa (7,51 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	8x (M = -4,63 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-53,57 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	11x (M = +1,55 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+22,73 %
Přesně	11x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	11 z 30 (16,67 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Tabulka 26. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = -0,93 tempa (-3,75 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 2,20 tempa (9,23 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	15x (M = -3,13 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-53,57 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	8x (M = +2,38 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+27,27 %
Přesně	7x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	7 z 30 (23,33 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

5.3.3 Analýza úseku 50 metrů prsa

Z výsledků v tabulce 28 je patrná velmi vysoká závislost téměř 1,00 značící naprostý korelační vztah mezi pravou a levou stranou. Z tabulky 29 a 30 vyplývá v obou případech směr nadhodnocování. Maximální chyba v nadhodnocení byla v tomto plaveckém způsobu a bylo zaznamenáno 7 měření s akceptovatelnou chybou na pravé straně a 9 na straně levé.

Tabulka 27. Hodnoty měření počtu temp (n=30)

	Pravá strana (M \pm SD)	Levá strana (M \pm SD)
Skutečný počet temp	22,07 \pm 7,15	22,07 \pm 7,15
Naměřený počet temp	23,37 \pm 6,81	23,47 \pm 6,77

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 28. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=30)

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,89 (p = 0,0001)	0,79	0,89 (p = 0,0001)	0,79	0,99 (p = 0,0001)	0,98

Vysvětlivky: r – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, p – statická hladina významnosti

Tabulka 29. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=30).

Průměrná odchylka	M = 1,30 tempa (7,73 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,90 tempa (10,11 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	5x (M = -1,80 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-14,29 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	19x (M = +2,53 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+100,00 %
Přesně	6x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	7 z 30 (23,33 %)

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr

Tabulka 30. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=30).

Průměrná odchylka	M = 1,40 tempa (8,21 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,80 tempa (9,66 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	3x (M = -2,00 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-14,29 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	19x (M = +2,53 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	100,00 %
Přesně	8x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	9 z 30 (30 %)

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr

5.3.4 Analýza úseku 50 metrů kraul

Z tabulky 32 je patrná vysoká závislost. Z tabulky 33 a 34 je patrný směr odchylky k podhodnocování jak na pravé tak na levé straně. S akceptovatelnou chybou bylo zaznamenáno pouze 6 případů na pravé straně a 8 na levé straně, z důvodu nízkého počtu temp.

Tabulka 31. Hodnoty měření počtu temp (n=30)

	Pravá strana (M ± SD)	Levá strana (M ± SD)
Skutečný počet temp	20,17 ± 2,53	20,17 ± 2,53
Naměřený počet temp	20,13 ± 2,85	19,83 ± 2,52

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr, *SD* – směrodatná odchylka

Tabulka 32. Vztah mezi skutečným a naměřeným počtem temp (n=30)

Pravá strana		Levá strana		Pravá vs levá strana	
r_p	r^2	r_p	r^2	r_p	r^2
0,81 (p = 0,0001)	0,66	0,91 (p = 0,0001)	0,83	0,81 (p = 0,0001)	0,66

Vysvětlivky: *r* – korelační koeficient, r^2 - koeficient determinace, *p* – statická hladina významnosti

Tabulka 33. Odchylka měření počtu temp na pravé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = -0,03 tempa (-0,07 %)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 1,23 tempa (6,17 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	17x (M = -1,12 %)
Maximální chyba podhodnocení	-11,76 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	7x (M = +2,57 %)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+27,78 %
Přesně	6x
Počet výsledků s chybou max. ±3% (%)	6 z 30 (20 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Tabulka 34. Odchylka měření počtu temp na levé straně (n=30)

Průměrná odchylka	M = -0,33 tempa (-1,55%)
Průměrná odchylka z absolutních hodnot M (%)	M = 0,87 tempa (4,38 %)
Počet podhodnocených měření (průměrná odchylka)	15x (M = -1,20 tempa)
Maximální chyba podhodnocení	-17,65 %
Počet nadhodnocených měření (průměrná odchylka)	7x (M = +1,14 tempa)
Maximální chyba nadhodnocení (%)	+12,50 %
Přesně	8x
Počet výsledků s chybou max. $\pm 3\%$ (%)	8 z 30 (26,67 %)

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr

Vzhledem k tomu, že i odchylka jediného tempa u všech plaveckých způsobů v polohovém závodě znamenala v relativizovaném vyjádření více než 3% chybu, zvolili jsme dodatečné kritérium, které přijímá odchylku jednoho tempa na 50 metrů ještě jako přijatelnou. Tabulka 35 ukazuje, že např. u kraulu této toleranci odpovídalo na levé straně až 90 % měření, naopak nejnižší přesnost i ve smyslu tohoto dodatečného kritéria byla nalezena u plaveckého způsobu motýlek.

Tabulka 35. Kritérium ± 1 tempo na 50 metrů (n=30)

	Pravá strana	Levá strana
Motýlek	16 z 30 (53,33 %)	17 z 30 (56,67 %)
Znak	21 z 30 (70,00 %)	18 z 30 (60,00 %)
Prsa	18 z 30 (60,00 %)	20 z 30 (66,67 %)
Kraul	23 z 30 (76,67 %)	27 z 30 (90,00 %)

6 DISKUZE

Záměrem bylo ověřit přesnost měření různých plaveckých parametrů přístrojem Garmin Swim. Výsledky měření na 400 metrů lze hodnotit velmi kladně. Validita měření do 3 % byla přijatelná ve většině případů, zejména na pravé straně. V pilotní studii, kterou jsme realizovali s menším výzkumným vzorkem, jsme zjistili, že je zde možnost chyby měření samotného přístroje. Proto jsme v případě hlavního měření využili dvou přístrojů, na každé paži jeden. Chtěli jsme zjistit, jak velké budou rozdíly v měření.

K jistým odchylkám opravdu došlo. V porovnání pravé a levé strany na 400 metrů kraul byly rozdíly nejenom v průměrných odchylkách temp, ale i směru odchylky. Pravá strana nadhodnocovala vícekrát než levá, a tudíž byly rozdíly i v podhodnocování. V souladu s těmito výsledky byly rozdíly v maximálních procentuálních chybách jak nadhodnocení, tak podhodnocení, ne však výrazné (5-8 %). Procento měření vyhovující kritériu $\pm 3\%$ bylo zjištěno na pravé straně (76,70 %) oproti straně levé (53,33 %). V případě pravé strany byly tedy výsledky přesnější, proto usuzujeme, že je pro plavce lepší mít hodinky nasazené na pravé ruce. Přesnost měření v distanci byla validní (100 %), což bereme jako velmi pozitivní.

V případě výsledků na 200 metrů polohový závod se také objevily rozdíly, které už byly větší. V případě průměrných rozdílů v tempech se nejednalo o 1 tempo, jako u předešlé distance, ale o tempa 3. V odchylkách absolutních hodnot to bylo až 5 temp. V případě polohového závodu byla velká převaha směru odchylky k nadhodnocování v případě pravé strany 25krát a levé 23krát. Procento přesných měření bylo na obou stranách stejné (35,48 %). Je tomu tak hlavně kvůli plaveckému způsobu motýlek, v kterém byly největší nepřesnosti. Mohl být totiž pro některé probandy problém udržet technickou úroveň po celých 50 metrů. Přístroje detekovaly plavecký způsob motýlek správně v necelé polovině případů (47 %). Usuzujeme tak kvůli složitosti daného plaveckého způsobu a faktu, že má velmi podobnou trajektorii pohybu paží jako kraul, což přístroj detekoval na pravé straně 12krát a 9krát na straně levé. V případě měření vzdálenosti bylo na obou stranách dosaženo vysokých hodnot (93,55 % na pravé straně a 96,77 % na straně levé), což bereme jako dostatečně reliabilní.

Při celkovém pohledu na měření daných distancí se vyskytují odchylky v nadhodnocování a podhodnocování, čili nelze jednoznačně určit, zda má tento typ hodinek vyšší sklon k určitému směru odchylky. Výsledky se jeví tak, že chyby nadhodnocení a podhodnocení počtu temp se vzájemně „vyruší“, takže průměrný výsledek z více měření se jeví jako akceptovatelný.

Dále počet skutečných a naměřených temp v celkovém pohledu nabývá vysoké závislosti, ale při detailní analýze jednotlivých úseků jsme zjistili nepřesnosti. Nejvíce z nich bylo u plaveckého způsobu motýlek. Zvláštním případem je analýza 50 m kraul, kde jsou zkreslující výsledky o počtu chyb s akceptovatelnou chybou 3%, kde jsme zjistili, že takových měření je jen 6 (pravá strana) a 8 (levá strana) z 30. Při tomto úseku je celkový počet temp tak nízký, že i jedno tempo odchylka znamená procentuálně vyjádřeno více než 3 %, což je obdobné i u ostatních plaveckých způsobů. V rámci odchylky ± 1 tempo bylo celkem 27 měření.

Vzhledem k výsledkům týkajícím se např. kraulových úseků můžeme přístroj doporučit pro kondiční plavání, kde má tento plavecký způsob velké zastoupení. S kraulem bývá spojováno i plavání na otevřené vodě, kde by plavec rovněž mohl využít i GPS hodinky, např. typu Polar. Tento přístroj lze využít i v plaveckém tréninku. V neposlední řadě můžeme plavecké hodiny Garmin Swim doporučit pro monitoring pohybové aktivity. Dále lze přístroje využít např. v hodinách tělesné výchovy.

Plavecké hodinky použitelné na bazénové plavání zatím nebyly popsány v žádné studii, kterou bychom mohli využít k porovnání.

6.1 Limity studie

Výsledky studie mohou být ovlivněny určitými limity. Ohledně odchylek v počtu temp se domníváme, že mohou být ovlivněny několika faktory. Základem správného plavání je plavecká technika. Vzhledem k tomuto faktu usuzujeme, že mohly být chyby měření způsobeny právě individuální technikou plavce. Příkladem může být nedotažený záběr, což mohlo zapříčinit chybu v měření. Dalším příkladem může být špatná trajektorie pohybu, kterou hodinky nejsou schopny rozpoznat. Dále u plavce může být výskyt pohybů, které jsou v plavecké technice navíc (např. při splývání pohyb zápěstí). Dále může být u plavce problém u střídavých plaveckých způsobů (znak a kraul), kdy je pohyb každou paží zvlášť a tudíž může být dráha pohybu různá.

Dalším limitem může být počet a výběr plavců. Pracovali jsme s aktuálním výzkumným vzorkem, který nám byl k dispozici. Výsledky mohly být tedy ovlivněny, neboť nebyla záruka dokonalé plavecké techniky u všech jedinců.

Dalším limitem je samotná manipulace s hodinkami. Před záznamem je nutné zmáčknout tlačítko startu, které reagovalo až na relativně silné stisknutí. V několika případech se nám během měření stalo, že plavec tlačítko sice zmáčkl, ale záznam neproběhl. Stalo se tomu tak u obou přístrojů, tudíž je nutné si začátek záznamu raději kontrolovat.

7 ZÁVĚRY

- Ověřovaný přístroj Garmin Swim měří s dostatečnou přesností počet temp zejména u plaveckého způsobu kraul.
- U přístrojů byla zjištěna vysoká míra shody na pravé a levé straně, stejně jako mezi skutečným a naměřeným počtem temp.
- Přesnost měření vzdálenosti byla na 400 metrů kraul 100%, zatímco u 200 metrů polohový závod docházelo k odchýlkám.
- Detekce plaveckého způsobu je nejpřesnější při plavání delší distance kraulem.
- Detekce plaveckého způsobu je problematická u motýlku.
- Měření počtu temp bylo přesnější na pravé straně, zejména u delší kroulové vzdálenosti, proto doporučujeme hodinky nasazovat spíše na pravou stranu.
- Měření považujeme za dostatečně validní.
- Na přesnost měření může mít vliv úroveň plavecké techniky.

8 SOUHRN

Plavecké hodinky Garmin Swim mohou jakožto diagnostický nástroj posloužit nejenom plavcům, ale i trenérům či vědcům z oblasti monitoringu a diagnostiky v plavání.

Cílem diplomové práce bylo zjistit přesnost měření plaveckých hodinek Garmin Swim při plavání v krytém bazénu a přispět tak výzkumu pohybové aktivity. Dílčími cíli bylo stanovit validitu plaveckých hodinek Garmin Swim.

Ověřovací studie se zúčastnilo 26 plavců z oddílu Sportovního klubu Univerzity Palackého v Olomouci z toho 9 žen a 17 mužů ve věku od 19 do 36 let. Jednalo se jak o aktivní plavce, tak bývalé plavce. Plavci byli měřeni na 400 metrů kraul a 200 metrů polohový závod. Průběžně byly zaznamenávány jednotlivé 50metrové úseky. Sledovány byly odchylky v naměřených a skutečných datech a odchylky v zaznamenávání u dvou přístrojů, z nichž každý byl na jedné paži.

Studie ověřovala ve stanoveném rozmezí akceptovatelnou odchylku 3 % jako validačního kritéria. Přístroj měří přesně dané plavecké distance. Skutečná a naměřená data se nejméně liší v kroulových distancích. Při detekci plaveckých způsobů je nejproblematictější motýlek, u kraulu a prsou je vysoká přesnost detekce.

Srovnání obou přístrojů dosáhlo velmi vysokých korelačních hodnot, potvrzující velmi vysokou a funkční závislost. V případě přístroje nasazeného na pravé ruce byla data přesnější, a proto je doporučujeme nasazovat právě na tuto stranu.

Plavecké hodinky Garmin SWIM se jeví jako dostatečně reliabilní a validní, zejména u kroulových distancí.

9 SUMMARY

Swimming watch Garmin Swim can serve not only as a diagnostic tool for swimmers, but even for the trainers or the scientists from the field of monitoring and diagnostics in swimming.

The aim of this study was to determine the accuracy of Garmin Swim while swimming indoor and contribute to the research of physical activity. Secondary aim to establish the validity of swimming watch Garmin Swim.

Verification study participated 26 swimmers from Sport club of Palacký University in Olomouc, 9 women and 17 men, aged from 19 to 36 years. All active swimmers, or former swimmers. The swimmers were measured at 400 metres front crawl and 200 metres medley. Individual 50meter section were recorded continuously. Deviations in recording with two device, one on each arm were monitored and the measured and real data were compared.

The validation criteria was to set a range of acceptable tolerance 3%. The device measured the swimming distance. Real and measured data vary less in front crawl distance. The detection of swimming styles is the most problematic for a butterfly, for front crawl and breaststroke is great accuracy detection.

Comparison of both devices achieved a very high correlation values, confirming the very high and functional dependency. Data were more accurate for device set on the right arm. Therefore, we recommended to set the device on right arm.

Swimming watch Garmin Swim seems like sufficiently reliable and valid, particularly in front crawl distance.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anderson, M. E., Hopkins, W. G., Roberts, A. D., & Pyne, D. B. (2008). Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. *Journal of Sport Science*, 26(2), 123-130.
- Botek, M. (2016). *Fyziologické aspekty plavání*. Retrieved from the World Wide Web: www.docfoc.com/fyziologick-aspekty-plav-n.
- Bull, F. C., Maslin, T. S., & Armstrong, T. (2009). Global physical activity questionnaire (GPAQ): Nine country reliability and validity study. *Journal of Physical Activity and Health*, 6, 790-804.
- Bunc, V. (2009). Problémy a možnosti monitorování pohybových aktivit. *Tělesná výchova a sport mládeže v 21. století*. Brno: Masarykova univerzita, 17-26.
- American College of Sports Medicine (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams, and Wilkins.
- Atkinson, G. & Nevill, A. M. (1998). Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
- Brisson, T., & Tudor-Locke, C. (2004). *The health benefits of physical activity and the role of step counters*. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 65(1), 26-29.
- Caspersen, C. J. (1989). Physical activity epidemiology: Concepts, methods and applications to exercise science. *Exercise & Sport Science Reviews*, 17, 423-473.
- Colwin, C. M. (1977). *An introduction to swimming coaching*. Ottawa: Canadian Amateur Swimming Association.
- Colwin, C. M. (1991). *Swimming into 21st century*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Colwin, C. M. (2002). *Breakthrough Swimming*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Counsilman, J. E. (1974). *Závodní plavání*. Praha: Olympia.

- Counsilman, J. E. (1977). *Competitive swimming manual for coaches and swimmers*. Bloomington.
- Crocker, L. & Algina, J. (2008). *Introduction to classical and modern test theory*. Mason, OH: Cengage.
- Čechovská, I., & Miler, T. (2008). *Plavání (2nd ed.)*. Praha: Grada Publishing.
- Čelikovský a kol. (1979). *Antropomotorika*. Praha: SPN.
- Dobry, L. (2009). *Kinantropologie a pohybové aktivity*. Brno: Masarykova univerzita.
- Edelmann-Nusser, J., Hohmann, A., & Henneberg, B. (2002). Modeling and Prediction of Competitive Performance in Swimming Upon Neural Networks. *European Journal of Sport Science*, 2(2), 1-10.
- Ferjenčík, J. (2000). *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: Jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál.
- Freedson, P. S., & Miller, K. (2000). Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2 Suppl.), 21-29.
- Frömel, K., Novosad, J., & Svozil Z. (1999). *Pohybová aktivita a sportovní zájmy mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Hannula, D., & Thornton, N. (2001). *The swim coaching bible*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hastad, D. N., & Lacy, A.C. (1998). *Measurement and evaluation in physical education and exercise science (3rd ed.)*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Hatano, Y. (1993). Use of pedometer for promoting daily walking exercise. *International Council for Health, Physical Education, and Recreation*, 29, 4-8.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *The Movement Assessment Battery for Children-2nd edition*. London: Harcourt Assessemnt.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál.

- Hendl, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hendl, J., Dobrý, L. et al. (2011). *Zdravotní benefity pohybových aktivit: Monitorování, intervence, evaulace*. Praha: Karolinum.
- Hofer, Z. et al. (2006). *Technika plaveckých způsobů*. Praha: Karolinum.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 30, 1-15.
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: Current and future. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 490-500.
- Chráska, M. (2000). *Základy výzkumu v pedagogice*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Chráska, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada.
- Jorgensen, T. et al. (2009). Position statement: Testing physical condition in a population – how good are the methods? *European Journal of Sport Science*, 9, 5, 217-267.
- Kovář, R. (1981). *Základy teorie testování a hodnocení v tělesné výchově a sportu*. Praha: Univerzita Karlova.
- Lamonte, M. J., Ainsworth, B. E. (2001). Quantification energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 6, 370-378.
- Maglischo, E. W. (1982). *Swimming faster*. California: Mayfield Publishing Company.
- Maw, G., & Walkers, S. (1996). Measurement and application of stroke dynamics during training in you own pool. *Australian Swimming Coaching*, 12(3), 34-38.
- Měkota, K. (1973). *Měření a testy v antropomotorice*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Měkota, K., Kovář, R., & Štěpnička, J. (1989). *Antropomotorika II*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Montoye, H. J., Kemper, H. C. G., Saris, W. H. M., & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Neuls, F., Svozil, Z., Viktorjeník, D., & Dub, J. (2014). *Plavání (příručka pro studující tělovýchovné obory)* [učební texty]. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Pokorná, J., & Jurák, D. (2011). Hodnocení parametrů plavecké techniky u výkonnostních plavkyň. *Česká kinantropologie*, 15, 3, 225-238.
- Pyne, D. B., Lee, H., & Swanwick, K. M. (2001). Monitoring the lactate threshold in World-ranked swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(2), 291-297.
- Rutarová, I. (2012). *Výživa jako faktor ovlivňující rychlostně vytrvalostní výkon v plavání během ročního tréninkového cyklu*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Savage, B., & Pyne, B. D. et Australian Institute of Sport (2013). *Physiological tests for*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sigmund, E., & Sigmundová, D. (2011). *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine*, 31, 6, 439-454.
- Smith, D. J., Norris, S. R., & Hogg, J. M. (2002). Performance valuation of swimmers: Scientific tools. *Sports Medicine*, 32(9), 539-554.
- Steede-Terry, K. (2000). *Integrating Gis and the Global Positioning System*. New York: ESRI.
- Tudor-Locke, C. (2005). How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Preventive Medicine*, 40, 293-298.
- Urbánek, T., Denglerová, D., & Širůček, J. (2011). *Psychometrika: měření v psychologii*. Praha: Portál.

Valanou, E. M., Bamia, C., & Trichopoulou, A. (2006). Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: A review. *Journal of Public Health, 14*, 58-65.