

Obrátky jako jeden z důležitých faktorů plaveckého výkonu

Marek Polach^{1*}, Dan Thiel² a Zbyněk Svozil¹

¹Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

²Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

Copyright: © 2019 M. Polach, D. Thiel, & Z. Svozil. Toto je open access článek vydaný pod Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Východiska: Výkon v plaveckém závodě lze rozdělit do několika klíčových částí. Řadíme mezi ně start, plavané úseky, obrátkové úseky a finiš. Právě obrátkové úseky (OU) představují po samotném plavání největší část z celkového času. Pro trať 1500 m volný způsob (VZ) na 25 m bazéně představují OU (5 m před a 5 m po obrátce včetně samotné obrátky) téměř 40 % z celkové vzdálenosti. **Cíle:** Cílem studie bylo zjistit, zda dosažené časy na obrátkových úsecích významně ovlivňují výsledný výkon v plaveckém závodě. **Metodika:** U čtyř finalistů disciplíny 1500 VZ z Mistrovství světa v plavání Hangzhou 2018 (MS) na 25 m bazéně jsme zjišťovali dosažené časy na všech (59) OU. Mezi sledovanými závodníky byli všichni tři medailisté a jeden český reprezentant. Pomocí Studentova t-testu ($p=0,05$) jsme sledovali statistickou významnost rozdílu dosažených hodnot mezi jednotlivými závodníky. Na výsledky jsme se rovněž zaměřili z hlediska celkového výkonu a umístění závodníka. **Výsledky:** Mezi českým závodníkem ($5,27 \pm 0,14$ s) a medailistou na 1.–3. místě ($5,00 \pm 0,06$ s; $5,09 \pm 0,09$ s; $5,01 \pm 0,05$ s) byl zjištěn významný rozdíl ($p < 0,001$) v dosažených časech na OU. Ukázalo se, že český závodník (556,56 s) byl na plavaných úsecích rychlejší než závodník na 3. místě (563,55 s) a závodník na druhém místě (549,43 s) byl na plavaných úsecích rychlejší než závodník na 1. místě (553,88 s). **Závěry:** Z výsledků vyplývá, že OU mohou mít významný vliv na výsledný plavecký výkon a celkové pořadí v závodě i na nejvyšší mezinárodní úrovni.

Klíčová slova: plavání, kraul, volný způsob, videoanalýza

Úvod

Analýza sportovního výkonu v oblasti kinematiky může prakticky v každém sportu poskytovat data, která jsou přínosná pro detailní zkoumání dosaženého výsledku, ale také následnou tréninkovou práci (Hellard et al., 2010).

Totéž platí i v oblasti závodního plavání, kde jsou plánování a následná realizace vhodné závodní strategie považovány za jeden z klíčových faktorů pro konkurenceschopnost závodníka na vrcholných plaveckých závodech (Arellano, Brown, Cappaert, & Nelson, 1994).

Formátů takové analýzy závodního výkonu může být několik, zpravidla jsou v nich ale vždy obsaženy informace o průběhu jednotlivých částí závodu, konkrétně pak ze startu, plavaných úseků, obrátkových úseků a finíše (Morais et al., 2019). Během těchto úseků lze zjišťovat dosažený čas, rychlost plavání, záběrovou frekvenci, vzdálenost překonanou během jednoho záběrového cyklu (plavecký krok), či údaje spojené se startem a obrátkami. (Arellano et al., 1994; Cossor & Mason, 2001; Hellard et al., 2010; Morais, Marinho,

Arellano, & Barbosa, 2019; Tor, Pease, & Ball, 2015; Veiga & Roig, 2017).

Obrátkové úseky představují značný podíl z celkové vzdálenosti závodní tratě. Největší vliv je patrný zejména u soutěží na tzv. „krátkém“ 25 m bazénu, kdy čas strávený na obrátkách v disciplíně 1500 m VZ tvoří více než třetinu celého závodu. Obrátkou je myšlena změna směru plavání při dosažení konce bazénu. Plavec je při obrátce povinen dotknout se obrátkové stěny bazénu (Nicol & Tor, 2018). Na samotnou obrátku navazuje fáze vlnění pod vodou, kterou nejčastěji využívají závodníci v disciplínách od 50 m do 200 m a protínají tak hladinu ve větší vzdálenosti od stěny bazénu. Vzdálenost překonaná pod vodou závisí na dovednostech jednotlivých závodníků a je individuální.

Existuje několik výzkumů, ve kterých autoři uvádějí rozdílné vzdálenosti pro určení obrátkových úseků (Arellano et al., 1994; Blanksby, Gathercole, & Marshall, 1996; Lyttle, Blanksby, Elliott, & Lloyd, 1999; Mason & Cossor, 2001).

Běžně užívané jsou následující varianty:

- 7,5 m před a 7,5 m po obrátce, včetně samotné obrátky (Chow, Hay, Wilson, & Imel, 1984; Keskinen, Keskinen & Mero, 2007; Mason & Cossor, 2001);
- 5 m před a 10 m po obrátce včetně samotné obrátky (Silveira et al., 2011; Slawson et al., 2010);

*Korespondenční adresa: Marek Polach, Katedra společenských věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, třída Míru 117, 779 00 Olomouc, e-mail: marek.polach01@upol.cz

- 5 m před a 15 m po obrátce, včetně samotné obrátky (Morais et al., 2018; Silveira et al., 2011).

Silveira et al. (2011) uvádí, že ideální vzdálenost pro analýzu obrátkových úseků je 5 m před a 5 m po obrátce, z důvodu odlišení samotné obrátky od plavaného úseku. Tato vzdálenost je nevhodnější zejména u vytrvalostních plaveckých disciplín (800 m a 1500 m VZ), kde závodníci zpravidla protínají hladinu po obrátce právě na hranici 5 metrů.

Za tohoto předpokladu, tvoří obrátkové úseky v nejdelší bazénové disciplíně 1500 m VZ zhruba 39 % celkové vzdálenosti.

U středních a dlouhých tratí tak může mít způsob technického provedení obrátky velmi výrazný podíl na celkovém zlepšení výsledného času (Blanksby et al., 1996; Morais et al., 2019).

Cílem studie bylo zjistit, zda dosažené časy na obrátkových úsecích mohou významně ovlivnit výsledný výkon v plaveckém závodě na 1500 m volným způsobem.

Metodika

Výzkumný soubor

Zkoumaným souborem byli 3 medailisté (1. M. Romanchuk, 2. G. Paltrinieri, 3. H. Christiansen, věk: 23 ± 2 let) a 1 finalista – český plavec (6. J. Micka, věk: 24 let) v závodě na 1500 m VZ mužů na Mistrovství světa v plavání 2018 na 25m bazénu z čínského Hangzhou.

Sběr dat

15. 12. 2018 jsme na MS pořídili videozáznam z finálového závodu disciplíny 1500 m VZ muži. Závod byl natočen na statickou videokameru, která po celou dobu natáčení zabírala bazén v celé délce. Záznam byl pořízen kamerou CANON XA35. Kamera byla umístěna na tribuně ve vzdálenosti zhruba 100 m od bazénu, ve výšce nad hladinou bazénu cca 30 m. Optická osa kamery byla kolmá k podélnému okraji bazénu (Obrázek 1). Záznam ze závodu (formát MP4, kvalita obrazu Full HD 1920×1080 , 50 snímků/s) byl importován do počítače. Následně byl videozáznam analyzován pomocí softwaru Dartfish (Team pro data 9). Podstatou analýzy bylo sledovat časy všech závodních úseků. Časy závodníků včetně mezičasů byly získány z oficiální časomíry a výsledkového servisu soutěže (<http://omegatiming.com>). Časy byly měřeny elektronicky pomocí elektrických dotykových stěn. Oficiální časomíra byla synchronizována se startovním světelným signálem, který byl na videozáznamu jasně viditelný. Světelný signál označující start závodu byl použit jako synchronizační moment pro zahájení analýzy v softwaru Dartfish.



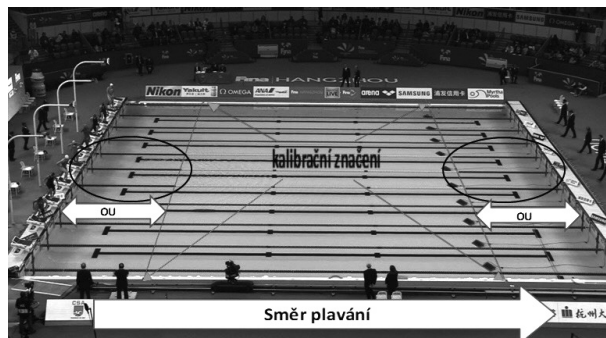
Obrázek 1 Pohled kamery na závodní bazén

Přesná vzdálenost jednotlivých úseků byla určena pomocí referenčního značení závodního bazénu na plaveckých drahách. Všechny oficiálně značené úseky plaveckých drah byly kontrolně přeměřeny. Rozdíl v rámci přeměření kontrolních značek byl menší než 0,05 m. Tento způsob je běžně užívanou metodou, kterou popisují např. Veiga a Roig (2017).

Analýza jednotlivých závodních úseků

Pro analýzu v softwaru Dartfish byly jednotlivé úseky závodu rozčleněny následovně:

- PU – všechny plavané úseky závodu, včetně startu (15 m po startovním skoku) a finišu, mimo OU,
- OU – obrátkové úseky 5 m před a 5 m po obrátce, včetně samotné obrátky,
- Čas jednotlivých úseků byl určen protnutím hlavy na jednotlivých úsecích (Obrázek 2).



Obrázek 2 Znárodnění OU pro analýzu v programu Dartfish

Analýza dat

Pomocí Studentova t -testu ($p = 0,05$) jsme sledovali statistickou významnost rozdílu dosažených hodnot mezi jednotlivými závodníky.

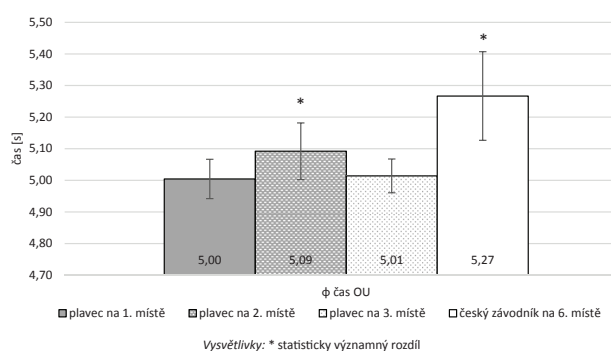
Na výsledky jsme se rovněž zaměřili z hlediska celkového výkonu a umístění závodníka – tj. časových rozdílů v dosažených časech plavaných úseků.

Pro ověření shody mezi opakovanými měřeními jsme použili koeficient vnitrotřídní korelace (ICC). Jeho hodnota se pohybovala v rozmezí 0,988–0,989. Normalitu získaných dat jsme ověřili pomocí Shapiro-

-Wilkova testu. Analýza dat byla provedena v programu STATISTICA (verze 13.4.0.14.) Hladina statistické významnosti byla stanovena $p = 0,05$.

Výsledky

Zjistili jsme statisticky signifikantní rozdíl ($p < 0,001$) mezi dosaženými časy na OU u českého plavce ($5,27 \pm 0,14$) v porovnání s plavci na 1., 2. a 3. místě ($5,00 \pm 0,06$; $5,09 \pm 0,09$; $5,01 \pm 0,05$) (Obrázek 3). Statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$) mezi dosaženými časy na OU jsme zjistili také při porovnání vítěze ($5,00 \pm 0,06$) a plavce na druhém místě ($5,09 \pm 0,09$), a to i přes skutečnost, že rozdíl ve výsledných časech z celého závodu byl pouze 0,73 s.



Obrázek 3 Průměrné časy dosažené na OU v sekundách

Naopak jsme nezjistili rozdíl ($p = 0,36$) mezi časy OU u vítěze M. Romanchuka ($5,00 \pm 0,06$) a třetího H. Christiansena ($5,01 \pm 0,05$).

Dalším zjištěním byl fakt, že u závodníka na 2. místě i u českého plavce na 6. místě docházelo v průběhu závodu k postupnému zhoršení časů v rámci jednotlivých 500m úseků na OU (Tabulka 1).

Při porovnání dosažených časů na PU se ukázalo, že český závodník J. Micka ($556,56$ s) byl na plava-

Tabulka 1

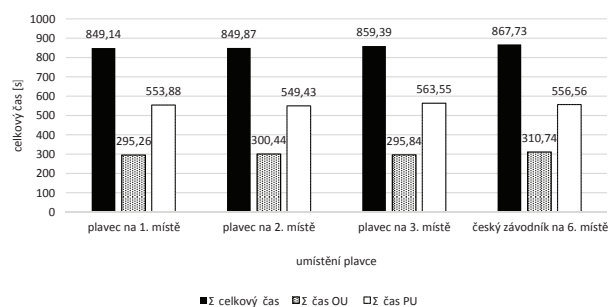
Dosažené časy v jednotlivých úsecích

	Plavec			
	na 1. místě M±SD	na 2. místě M±SD	na 3. místě M±SD	český plavec na 6. místě M±SD
všechny OU	5,00±0,06	5,09±0,09	5,01±0,05	5,27±0,14
OU v prvních 500 m	4,98±0,05	5,03±0,10	5,01±0,06	5,14±0,14
OU v druhých 500 m	5,02±0,06	5,12±0,06	5,01±0,04	5,31±0,09
OU v třetích 500 m	5,02±0,07	5,13±0,07	5,03±0,06	5,36±0,07
Σ celkový čas	849,13	849,87	859,39	867,73
Σ čas OU	295,26	300,44	295,84	310,74
Σ čas PU	5,00±0,06	5,09±0,09	5,01±0,05	5,27±0,14

Výsvětlivky: M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; Φ všechny OU – průměrný čas všech (59) OU; Φ OU 1. 500 m, Φ OU 2. 500 m, Φ OU 3. 500 m – průměrný čas OU během jednotlivých 500 metrů závodu; Σ celkový čas – celkový čas závodu v sekundách; Σ čas OU – celkový čas OU; Σ čas PU – celkový čas PU v sekundách

ných úsecích rychlejší než závodník H. Christiansen na 3. místě ($563,55$ s) a druhý G. Paltrinieri ($549,43$ s) byl na plavaných úsecích rychlejší než M. Romanchuk na 1. místě ($553,88$ s).

G. Paltrinieri dokázal v PU plavat o 4,45 s rychleji než vítěz, v důsledku pomalejších časů na OU však ztratil 5,18 s. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$) jsme zaznamenali také u porovnání vítěze M. Romanchuka a 6. J. Micky. Zde činil rozdíl výsledného závodního času 18,59 s, nicméně český závodník plaval pouze o 2,68 s pomaleji než M. Romanchuk. Dle zjištěných časů PU byl třetí H. Christiansen nejpomaleji plavajícím závodníkem ze všech testovaných (Obrázek 4), nicméně dosažené časy na OU mu zajistily celkovou 3. pozici v závodě. Šestý J. Micka byl v dosaženém času PU o 6,99 s rychlejší než třetí H. Christiansen, nicméně jeho ztráta na obrátkách činila oproti H. Christiansenovi 14,90 s.



Obrázek 4 Porovnání časů v sekundách na jednotlivých úsecích

Diskuze

Analýza OU prokázala, že tato část závodu může významně ovlivnit celkové pořadí v cíli. Podporuje tak závěry mnoha odborníků, kteří se zabývali obrátkovými úseky zejména u sprinterských soutěží (Mason & Cossor, 2001; Morais et al., 2019). Pereira et al. (2015) však upozorňuje, že technické provedení obrátek se za poslední roky změnilo. Význam obrátek u vytrvalostních disciplín naposledy zdokumentoval

Chow et al. (1984) při analýze na British Commonwealth Games v roce 1982. Uvádí, že závodníci umístění na nejvyšších příčkách dokáží obrátky mnohem lépe využít ve svůj prospěch než závodníci na konci startovního pole. S tímto tvrzením můžeme souhlasit, zároveň je však vidět, že i u nejlepších závodníků mohou být rozhodujícím momentem v boji o medaile.

Výsledky naznačují, že v rámci PU jsou všichni měření závodníci poměrně vyrovnání. Výkonnostní rozdíl jsme však registrovali u OU, kde došlo k výrazným ztrátám především u celkově 2. G. Paltrinieriho a 6. J. Micky.

Naopak první M. Romanchuk vykazoval statisticky významně lepší časy OU v porovnání s druhým G. Paltrinierim i přesto, že G. Paltrinieri byl na PU po celou dobu závodu rychlejší. Tato situace potvrzuje informaci, že plavci s kvalitnějšími obrátkami, mají zejména na 25m bazénu značnou výhodu oproti ostatním závodníkům. (Wolfrum, Knechtle, Rüst, Rosemann, & Lepers, 2013). Ukázkovým příkladem je i třetí H. Christiansen, který díky kvalitním OU dokázal získat bronzovou medaili i přesto, že na PU byl pomalejší než celkově 6. plavec.

Podle Maglischy (2003) lze kvalitním obrátkovým provedením vylepšit čas o zhruba 0,20 s během každého uplavaného bazénu. Morais et al. (2019) tvrdí, že i nepatrné zlepšení na obrátkovém úseku by mohlo významně zlepšit výsledný čas v závodě.

Víme, že plavecký výkon je ovlivněn mnoha dalšími faktory a pomalejší obrátkové provedení může být způsobeno např. zvyšujícím se nástupem únavy. Toto je patrné u českého i u celkově druhého závodníka, kde průměrná časová ztráta v rámci jednotlivých úseků závodu postupně narůstala. Nelze naprosto přesně říci, zda by případná změna technického provedení obrátky měla za následek zisk medaile. Tento výzkum však poukazuje na skutečnost, že právě OU jsou částí závodu, kde dochází k významnému rozdílu v dosažených časech, a to i mezi nejlepšími plavci světa.

Závěry

Výsledky prokázaly, že obrátky mohou významně ovlivnit výsledný čas, a tudíž i celkové umístění v závodě.

Z praktického hlediska lze tedy obecně doporučit důrazné zaměření na OU v tréninku a zvýšenou pozornost při jejich sledování v závodě, neboť i zdánlivě zanedbatelné rozdíly v provedení plaveckých obrátek mohou ovlivnit zisk medaile na nejdůležitějších plaveckých akcích typu mistrovství Evropy či mistrovství světa.

Na základě zjištěných výsledků by bylo vhodné se v budoucnu zaměřit na detailnější prozkoumání jednotlivých fází OU, aby bylo možné objasnit, kdy dochází k největším odlišnostem mezi závodníky.

Analytické vyhodnocení a následná prezentace získaných dat v této oblasti může být velmi přínosná pro trenéry i závodníky vzhledem k efektivnější přípravě na další soutěže.

Referenční seznam

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(2), 189–199.
- Blanksby, B. A., Gathercole, D. G., & Marshall, R. N. (1996). Force plate and video analysis of the tumble turn by age-group swimmers. *Journal of Swimming Research*, 11(Fall), 40–45.
- Chow, J. W. C., Hay, J. G., Wilson, B. D., & Imel, C. (1984). Turning techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 2(3), 241–255.
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, N., Knopp, M., & Hausswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 35–46.
- Lyttle, A. D., Blanksby, B. A., Elliott, B. C., & Lloyd, D. G. (1999). Investigating kinetics in the freestyle flip turn push-off. *Journal of Applied Biomechanics*, 15(3), 242–252.
- Maglischy, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mason, B., & Cossor, J. (2001). Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. In J. R. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), *ISBS-Conference Proceedings Archive* (pp. 65–69). University of San Francisco, United States of America.
- Morais, J. E., Marinho, D. A., Arellano, R., & Barbosa, T. M. (2019). Start and turn performances of elite sprinters at the 2016 European Championships in swimming. *Sports Biomechanics*, 18(1), 100–114.
- Nicol, E., Ball, K., & Tor, E. (2018). The characteristics of an elite swimming turn. *ISBS Proceedings Archive*, 36(1), 869–872.
- Pereira, S. M., Ruschel, C., Hubert, M., Machado, L., Roesler, H., Fernandes, R. J., & Vilas-Boas, J. P. (2015). Kinematic, kinetic and EMG analysis of four front crawl flip turn techniques. *Journal of Sports Sciences*, 33(19), 2006–2015.
- Silveira, G. A., Araujo, L. G., Freitas, E. D. S., Schütz, G. R., Souza, T. G. D., Pereira, S. M., & Roesler, H. (2011). Proposal for standardization of the distance for analysis of freestyle flip-turn performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 13(3), 177–182.
- Slawson, S., Conway, P., Justham, L., Le Sage, T., & West, A. (2010). Dynamic signature for tumble turn performance in swimming. *Procedia Engineering*, 2(2), 3391–3396.
- Tor, E., Pease, D. L., & Ball, K. A. (2015). Key parameters of the swimming start and their relationship to start performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(13), 1313–1321.
- Veiga, S., & Roig, A. (2017). Effect of the starting and turning performances on the subsequent swimming parameters of elite swimmers. *Sports biomechanics*, 16(1), 34–44.
- Wolfrum, M., Knechtle, B., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2013). The effect of course length on butterfly swimming performance in national and international swimmers. *Medicina Sportiva*, 17(3), 134–141.

Turns as an important factor of swimming performance

Background: Swim performance can be divided into several key parts including start, swim stroke, turn/s and finish. The turns are the largest part of the total race time right after clean swimming. In the short course 1500 m of freestyle, the turns – 5 m in and 5 m out – represent 39.33% of the total distance and race time. **Objective:** The aim of this study was to find out whether the achieved turn times can significantly affect the final performance in the swimming race or not. **Methods:** We analysed all (59) turn times of four finalists of the 1500 m of freestyle final event at the 2018 World Championships in swimming (short course) in Hangzhou. Among the chosen competitors were all three medallists and one Czech swimmer. Using the t-test for independent samples ($p = 0.05$), we observed the statistical significance of the difference in values between competitors. Moreover, we compared the results in terms of practical significance – time differences in measured values. **Results:** Between Czech swimmer (5.27 ± 0.14) and medallists on 1st–3rd place a significant difference ($p < 0.001$) was found at the achieved time at the turn sections (5.00 ± 0.06 ; 5.09 ± 0.09 ; 5.01 ± 0.05). We observed that the Czech competitor (556.56 s) was faster than the competitor in the third place and the competitor in the second place (549.43 s) was faster than the competitor in the first place (553.88 s) during pure swimming. **Conclusions:** The results show that turn sections might have a significant influence on the final swim performance and overall ranking in the race, even at the top international level.

Key words: swimming, front crawl, freestyle, video analysis