

# Vliv pohybového cyklu pod hladinou na výkon v acyklických úsecích u disciplíny 50 m prsa muži

Jakub Březina, Marek Polach\*, Tomáš Michalica a Zbyněk Svozil

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

**Copyright:** © 2022 J. Březina, M. Polach, T. Michalica & Z. Svozil. Toto je open access článek vydaný pod Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Východiska:** Současná pravidla plavání umožňují v rámci prsařských disciplín provedení dvou odlišných způsobů pohybového cyklu pod hladinou. TYP 1 provádí delfinový kop současně se záběrem pažemi ke stehnům, TYP 2 provádí delfinový kop před záběrem pažemi ke stehnům. **Cíle:** Cílem studie bylo posoudit dva typy pohybového cyklu pod hladinou s ohledem na dosažený čas v úseku 15 m po startu a po obrátce. Posouzen byl také vztah jeho dílčích sub-fází a dosaženého času během fáze pod hladinou po startu a po obrátce. **Metodika:** Pro účely studie byly analyzovány videozáznamy účastníků ( $n=59$ ; věk  $23,6\pm 6,9$ ; FINA body  $822\pm 95$ ) Mistrovství Evropy v Glasgow 2019 a v Kazani 2021 na 25m bazénu. **Výsledky:** Dosažený čas v úseku 15 m po startu a po obrátce se významně nelišil, oba typy pohybového cyklu pod hladinou se tedy jeví jako stejně účinné. Sub-fáze 1 a Sub-fáze 3 silně korelovaly s časem fáze pod hladinou po startu u pohybového cyklu pod hladinou TYP 1 ( $r\geq 0,81$ ;  $r\geq 0,63$ ). Významně se lišila pouze sub-fáze 1 po startu ( $p=0,027$ ). **Závěry:** TYP 2 splývá po startu v rámci sub-fáze 1 významně kratší dobu než TYP 1 a zahajuje delfinový kop v příliš vysoké rychlosti, což negativně ovlivňuje další průběh pohybového cyklu pod hladinou. V případě optimálního načasování delfinového kopu výsledky naznačují větší potenciál pro TYP 2 po startu.

**Klíčová slova:** video-analýza; biomechanika; start; obrátky

## Úvod

Současné výzkumy v biomechanice plaveckého závodního výkonu čím dál více zdůrazňují důležitost acyklických úseků (starty a obrátky) zejména na „krátkém“ 25m bazénu (Born et al., 2021a, b). Konkrétně v disciplíně 50 m prsa muži představuje výkon v rámci startovních a obrátkových úseků zhruba 55 % podílu na výsledném čase závodu (Born et al., 2021a). U prsařů hraje v těchto úsecích důležitou roli především pohyb pod hladinou. Zatímco u ostatních plaveckých způsobů závodníci po startu a po obrátce využívají delfinového vlnění, prsaři musí v rámci fáze pod hladinou efektivně zkombinovat několik velmi specifických pohybů souhrnně nazývaných jako pohybový cyklus pod hladinou (Hofer, 2018; Olstadt et al., 2022). Průběh pohybového cyklu pod hladinou lze podrobněji rozdělit na čtyři dílčí sub-fáze, které na sebe bezprostředně navazují (Obrázek 1):

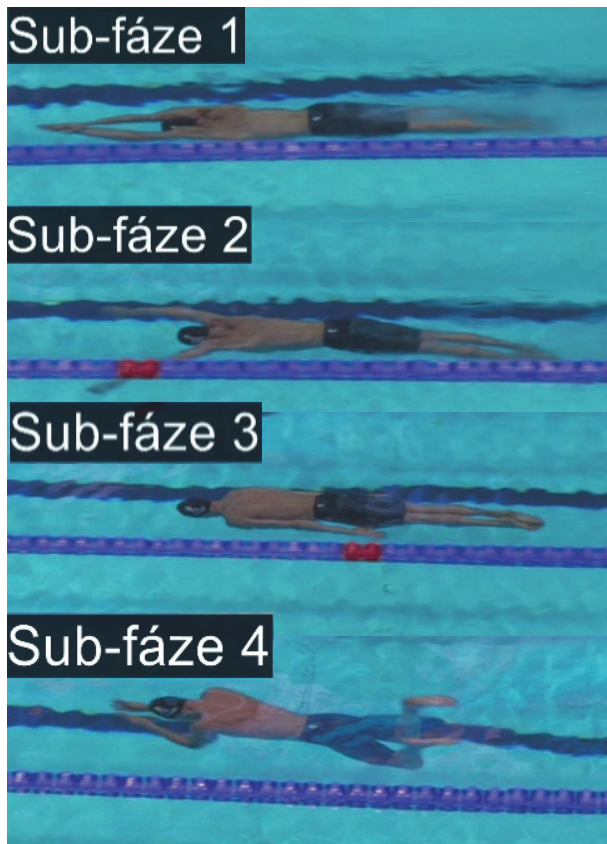
- První splývání (sub-fáze 1)
- Jeden záběr pažemi ke stehnům (záťah) (sub-fáze 2)

- Druhé splývání (sub-fáze 3)
- Přenos a prsařský kop (sub-fáze 4)

Pravidla plavání umožňují v prsařských disciplínách využít během fáze pod hladinou po startu a po obrátce jeden delfinový kop (FINA, 2020). V závislosti na jeho načasování existují od roku 2014 dva základní způsoby provedení pohybového cyklu pod hladinou (Hayashi et al., 2015). Někteří závodníci provádějí delfinový kop současně se zátahem pažemi (TYP 1), jiní naopak časují tento kop nezávisle na pohybu horních končetin, zpravidla před samotným zátahem (TYP 2) (Obrázek 2) (Olstadt et al., 2022; Seifert et al., 2021).

Detailní koordinaci jednotlivých pohybů v průběhu obou typů pohybového cyklu pod hladinou popisuje Seifert et al. (2021). Dle Olstadta et al. (2022) se tato koordinace napříč prsařskými disciplínami neliší a s přibývajícím délkou tratě se pouze prodlužuje doba pasivního splývání. Zmíněné studie však pouze předkládají obecnou deskriptivní informaci, zjištěnou v laboratorních podmínkách na relativně nízkém vzorku ( $n=14$ ) testovaných plavců. Další studie zabývající se zmíněnou tematikou však v současné literatuře chybí. Jediný praktický výzkum v reálných závodních podmínkách provedl Březina (2020). Bylo zjištěno, že zejména u sprintu je poměr využití obou typů pohy-

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

**Obrázek 1***Průběh pohybového cyklu pod hladinou*

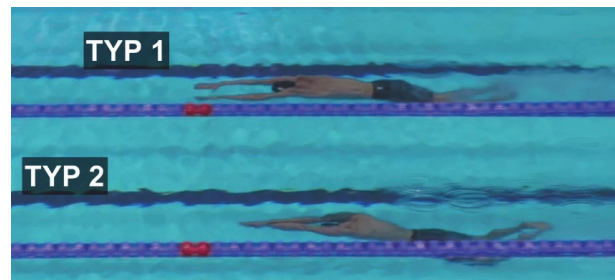
bového cyklu pod hladinou u elitních závodníků velmi vyrovnaný (Březina, 2020).

Vliv obou typů pohybového cyklu pod hladinou na výkon v rámci startovního a obrátkového úseku však dosud nebyl detailně prozkoumán. Není tedy jasné, zda by některý z nich mohl být pro případný výkon v závodě výhodnější.

Cílem práce bylo 1) posoudit vliv dvou typů provedení pohybového cyklu pod hladinou na dosažený čas v úseku 15 m po startu a 15 m po obrátce, 2) posoudit vztah dílčích sub-fází pohybového cyklu pod hladinou s ohledem na dosažený čas během fáze pod hladinou po startu a po obrátce.

**Metodika***Výzkumný soubor*

V rámci studie byly analyzovány výkony na startovních a obrátkových úsecích u všech účastníků ( $n = 59$ ; věk  $23,6 \pm 6,9$ ; FINA body  $822 \pm 95$ ) Mistrovství Evropy v Glasgow 2019 a v Kazani 2021 na 25m bazénu. Z důvodu snížené viditelnosti, kvůli reklamním bannerům umístěným po stranách závodního bazénu, byli kvůli zajištění přesnosti při analýze jednotlivých sub-fází

**Obrázek 2***Dva typy pohybového cyklu pod hladinou*

pohybového cyklu pod hladinou vyřazení závodníci plavající na drahách 0 a 9. Po posouzení jednotlivých videozáznamů bylo ze studie rovněž vyřazeno 5 závodníků, kteří provedli dva a více delfinových kopů po startu, což je v rozporu s pravidly plavání (FINA, 2020). Vyřazeno bylo také 5 závodníků, kteří během závodu provedli odlišný typ pohybového cyklu pod hladinou po startu a po obrátce. Data byla před započítáním analýzy anonymizována a studie byla schválena Etickou komisí FTK UP (č. 102/2021) v souladu s Helsinskou deklarací.

*Sběr dat*

Pro analýzu byly využity videozáznamy jednotlivých závodníků (MP4, Full HD 1920x1080, 50 snímků/s), zprostředkované systémem dvanácti videokamer umístěných kolmo k podélné ose bazénu (Spiideo Malmö, Sweden; InnoSportLab Eindhoven, Netherlands). Tyto neveřejné záznamy byly pro účely studie poskytnuty společností umimplavat.cz, která je smluvním partnerem několika evropských federací v oblasti analytiky. Videozáznamy byly následně analyzovány v softwaru Dartfish (live S). Podstatou analýzy bylo sledovat časy a rychlosti dosažené v rámci jednotlivých sub-fází obou typů pohybového cyklu pod hladinou v úseku 15 m po startu a 15 m po obrátce. Dodatečné informace byly získány z oficiálního výsledkového servisu soutěže ([www.microplustiming.com](http://www.microplustiming.com)). Časy byly měřeny elektronicky pomocí dotykových stěn. Oficiální časomíra byla propojena se startovním světelným signálem, který byl použit jako synchronizační moment pro zahájení analýzy v softwaru Dartfish. Přesná vzdálenost měřených úseků byla určena pomocí referenčního značení na plaveckých drahách (Born et al., 2021a, b).

*Analýza zkoumaných úseků*

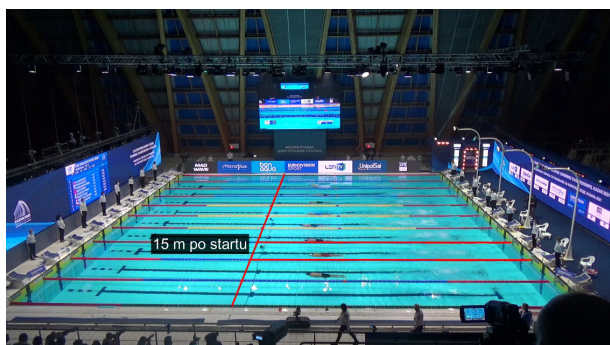
Během analýzy byly sledovány následující úseky:

- Čas 15 m po startu
- Čas 15 m po obrátce
- Čas fáze pod hladinou (po startu a po obrátce)
- Čas a rychlost dílčích sub-fází (1–4)

Čas 15 m po startu a po obrátce byl určen protnutím hlavy v daném úseku (Obrázek 3). Čas fáze pod hladinou po startu a po obrátce byl určen prvním protnutím hlavy při přechodu na hladinu. Doba trvání jednotlivých sub-fází byla určena prvním iniciačním pohybem, který odpovídal zahájení či ukončení dané sub-fáze.

### Obrázek 3

Znázornění úseku 15 m po startu z pohledu kamery na závodní bazén



### Analýza dat

Analýza jednotlivých videozáznamů byla provedena v softwaru Dartfish (live S). Naměřená data byla následně zpracována v programu STATISTICA (verze 13.4.0.14.) V rámci ověření reliability dat byl výzkumný soubor současně posouzen dalšími dvěma analytiky.

Pro ověření shody mezi opakovanými měřeními byl použit koeficient vnitrotřídní korelace (ICC), jehož hodnota se pohybovala v rozmezí 0,988–0,989. K ověření normality dat byl využit Shapiro-Wilkův test. Pomocí Studentova t-testu byl sledován statisticky významný rozdíl mezi oběma typy rozloženého záběrového cyklu pod hladinou včetně jeho dílčích sub-fází. Hladina statistické významnosti byla stanovena  $p=0,05$ . Pro posouzení vztahu mezi jednotlivými dílčími sub-fázemi obou typů pohybového cyklu pod hladinou a časem fáze pod hladinou na startovním i obrátkovém úseku byl použit Pearsonův korelační koeficient s intervaly hodnot  $<0,09$ ;  $0,20$ – $0,39$ ;  $0,40$ – $0,59$ ;  $0,60$ – $0,79$ ;  $0,80$ – $1,00$  klasifikovanými jako „velmi slabé“, „slabé“, „střední“, „silné“, „velmi silné“ (Evans, 1996).

### Výsledky

Časy sledovaných úseků a jednotlivých sub-fází v rámci startovního a obrátkového úseku u obou typů pohybového cyklu pod hladinou jsou uvedeny v Tabulce 1. Výsledky prokázaly významně kratší dobu trvání fáze pod hladinou u pohybového cyklu pod hladinou TYP 1 v porovnání s pohybovým cyklem pod hladinou TYP 2 po startu ( $p=0,006$ ) i po obrátce ( $p=0,002$ ). Dosažený čas v úseku 15 m po startu a 15 m po obrátce se významně nelišil.

### Tabulka 1

Časy sledovaných úseků a dílčích sub-fází v rámci startovního a obrátkového úseku u obou typů pohybového cyklu pod hladinou

Typ pohybového cyklu pod hladinou	TYP 1 (n = 29)		TYP 2 (n = 30)		p
	M	SD	M	SD	
<b>Startovní úsek</b>					
Čas 15 m po startu [s]	6,43	±0,43	6,53	±0,35	0,310
Čas fáze pod hladinou [s]	4,08	±0,45	4,40*	±0,38	<0,006
Čas Sub-fáze 1 [s]	1,57	±0,25	1,42*	±0,24	<0,027
Čas Sub-fáze 2 [s]	0,77	±0,11	1,24*	±0,23	<0,001
Čas Sub-fáze 3 [s]	0,67	±0,21	0,61	±0,22	0,338
Čas Sub-fáze 4 [s]	1,08	±0,18	1,12	±0,20	0,386
<b>Obrátkový úsek</b>					
Čas 15 m po obrátce [s]	8,69	±0,41	8,71	±0,38	0,803
Čas fáze pod hladinou [s]	4,97	±0,42	5,32*	±0,39	<0,002
Čas Sub-fáze 1 [s]	2,27	±0,27	2,23	±0,24	0,449
Čas Sub-fáze 2 [s]	0,89	±0,17	1,26*	±0,20	<0,001
Čas Sub-fáze 3 [s]	0,66	±0,19	0,68	±0,23	0,786
Čas Sub-fáze 4 [s]	1,13	±0,16	1,16	±0,18	0,628

Poznámka: M = průměr; SD = směrodatná odchylka; p = statistická signifikace; \* statisticky významný rozdíl



V rámci fáze pod hladinou po startu byla zjištěna velmi silná (sub-fáze 1) a silná (sub-fáze 3) korelace u pasivního splývání v rámci pohybového cyklu pod hladinou TYP 1 ( $r \geq 0,81$ ;  $r \geq 0,63$ ). Silná (sub-fáze 1) korelace byla zjištěna u prvního splývání v rámci pohybového cyklu pod hladinou TYP 2 ( $r \geq 0,63$ ) (Tabulka 2). V rámci fáze pod hladinou po obrátce byla zjištěna velmi silná (sub-fáze 1) a silná (sub-fáze 3) korelace u pasivního splývání v rámci pohybového cyklu pod hladinou TYP 1 ( $r \geq 0,81$ ;  $r \geq 0,72$ ). Silná (sub-fáze 3) korelace byla zjištěna u pasivního splývání v rámci pohybového cyklu pod hladinou TYP 2 ( $r \geq 0,65$ ).

### Tabulka 2

Korelační analýza dílčích sub-fází pohybového cyklu pod hladinou a celkového času fáze pod hladinou v závodě

Čas fáze pod hladinou [s]	Časy dílčích sub-fází pohybového cyklu pod hladinou [s]			
	Sub-fáze 1	Sub-fáze 2	Sub-fáze 3	Sub-fáze 4
<b>Startovní úsek</b>				
<b>TYP 1</b>				
4,08	1,57	0,77	0,67	1,08
<i>r-value</i>	0,81**	0,18	0,63*	0,39
<b>TYP 2</b>				
4,40	1,42	1,24	0,61	1,12
<i>r-value</i>	0,63*	0,32	0,43	0,20
<b>Obrátkový úsek</b>				
<b>TYP 1</b>				
4,97	2,27	0,89	0,66	1,13
<i>r-value</i>	0,81**	0,25	0,72*	0,09
<b>TYP 2</b>				
5,32	2,23	1,26	0,68	1,16
<i>r-value</i>	0,57	0,39	0,65*	0,11

Poznámka: *r-value* = hodnota korelačního koeficientu; \*\* velmi silná korelace, \* silná korelace

V úseku 15 m po startu byl u obou typů pohybového cyklu pod hladinou zjištěn statisticky významný rozdíl v době trvání sub-fáze 1 ( $p = 0,027$ ), a sub-fáze 2 ( $p < 0,001$ ). V úseku 15 m po obrátce byl u obou typů pohybového cyklu pod hladinou zjištěn statisticky významný rozdíl v době trvání u sub-fáze 2 ( $p < 0,001$ ).

Závodníci využívající TYP 2 setrvávají po startu v sub-fázi prvního splývání významně kratší dobu. Dosahují tedy v rámci této sub-fáze i vyšší dopředné rychlosti, avšak významně ( $p = 0,009$ ) kratší vzdálenosti (3,52 m.s<sup>-1</sup>; 4,87 m) v porovnání se závodníky využívajícími TYP 1 (3,40 m.s<sup>-1</sup>; 5,28 m) (Obrázek 4). To neplatí v případě obrátky, kde během prvního splývání oba typy pohybového cyklu pod hladinou vykazují shodnou a významně ( $p < 0,001$ ) nižší rychlost

(2,18 m.s<sup>-1</sup>) s minimálními rozdíly v uplavané vzdálenosti.

### Diskuze

Výsledky studie prokázaly že oba typy pohybového cyklu pod hladinou jsou při zachování stávající koordinace pohybů v průběhu jednotlivých sub-fází, u současných elitních plavců stejně účinné. Tato zjištění do jisté míry podporují závěry Seifert et al. (2021) a Olstadt et al. (2022), kteří uvádí že výsledný čas ani koordinace jednotlivých pohybů se v rámci fáze pod hladinou u prsařských disciplín s ohledem na zvolený typ pohybového cyklu pod hladinou významně neliší.

Korelační analýza však odhalila silný vztah mezi sub-fázemi prvního i druhého splývání (sub-fáze 1 a sub-fáze 3) a celkovým časem fáze pod hladinou v závodě. Samotné splývání tak v disciplíně 50 m prsa představuje, zejména po startu, nejdůležitější část z celkového času stráveného pod hladinou, stejně jako v případě ostatních prsařských disciplín (Olstadt et al., 2022). Plnohodnotné využití potenciálu splývavé „streamline“ pozice je tedy pro zvýšení efektivity pohybového cyklu pod hladinou zásadní (Hagedorn, 2013; Mullen, 2018).

U pohybového cyklu pod hladinou TYP 2 však v důsledku vyšší rychlosti krátce po startu s následným započítáním delfinového kopu značně vzroste i hydrodynamický odpor (Naemi et al., 2010). Pro TYP 2 to představuje v průměru o 0,32 m.s<sup>-1</sup> vyšší pokles rychlosti od ukončení sub-fáze 1 po ukončení sub-fáze 2 v porovnání se závodníky využívajícími TYP 1.

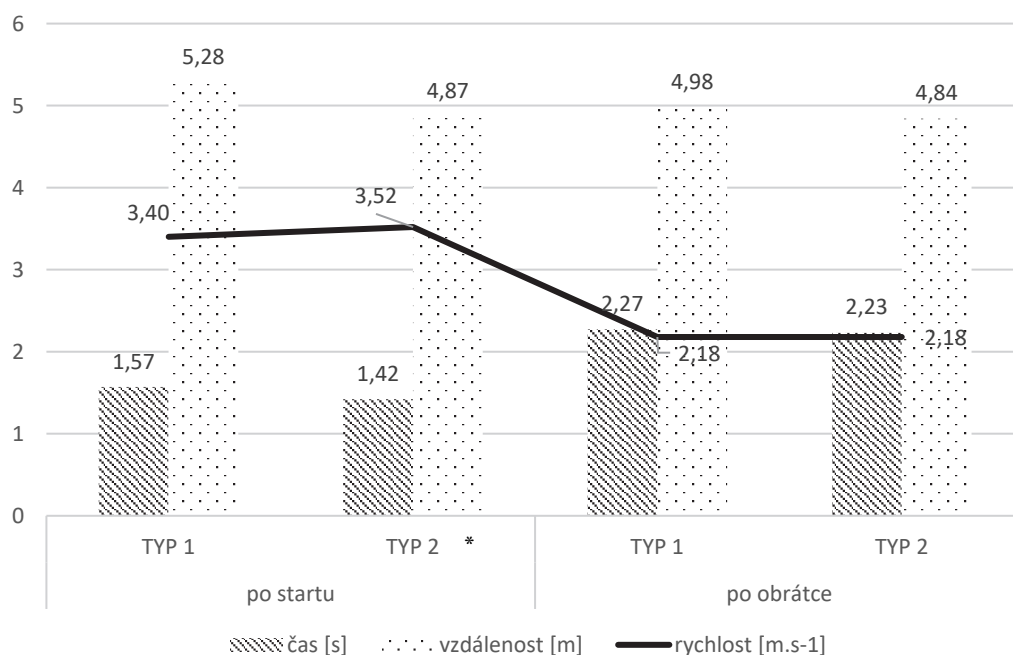
Efektivní přechod ze sub-fáze 1 do sub-fáze 2 by měl být načasován tak, aby během delfinového kopu rychlost plavce výrazně nepřevyšovala 2,5 m.s<sup>-1</sup>, což je moment, kdy dochází ke značné převaze turbulentního vlnění nad laminárním a hydrodynamický odpor plavce skokově roste (Naemi et al., 2010). Rychlost plavce před započítáním sub-fáze 2 by zároveň neměla být nižší než rychlost samotného plavání na hladině (Veiga et al., 2013; Vilas-Boas et al., 2010)

Závodníci využívající pohybový cyklus pod hladinou TYP 1 začínají sub-fázi 2 při nižší dopředné rychlosti v průměru o 0,16 s později a zároveň o 0,41 m dál v porovnání s pohybovým cyklem pod hladinou TYP 2. U pohybového cyklu pod hladinou TYP 2 tak nemusí být potenciál sub-fáze 1 dostatečně využit, jelikož během přechodu do sub-fáze 2 závodníci stále udržují příliš vysokou dopřednou rychlost, která může negativně ovlivňovat další průběh pohybového cyklu pod hladinou.

Nabízí se otázka, zda by pozdější načasování delfinového kopu, obdobně jako u TYP 1, mohlo mít za následek redukcii ztráty rychlosti při přechodu ze sub-fáze 1 do sub-fáze 2 u pohybového cyklu pod hladinou TYP 2. Zároveň by tak mohlo dojít k rovnoměrnějšímu rozložení celého pohybového cyklu pod

**Obrázek 4**

Čas, rychlost a uplavaná vzdálenost během sub-fáze 1 po startu a po obrátce v rámci obou typů pohybového cyklu pod hladinou



Poznámka: \* statisticky významný rozdíl

hladinou a pravděpodobně i rychlejšímu času v úseku 15 m po startu. Tento předpoklad však neplatí v případě úseku 15 m po obrátce, vzhledem k významně nižším rychlostem dosažených v sub-fázi 1 (Craig et al., 2006).

**Závěry**

Studie neprokázala rozdílný vliv některého ze zkoumaných typů pohybového cyklu pod hladinou na výkon dosažený v acyklických úsecích závodu 50 m prsa. Lze tedy říct, že oba typy jsou z hlediska výkonu na startovním a obrátkovém úseku stejně účinné. Tyto výsledky však bude potřeba v budoucnu neustále ověřovat.

Vyšší průměrná rychlost po startu v rámci sub-fáze 1 následovaná značným poklesem rychlosti během přechodu do sub-fáze 2 u pohybového cyklu pod hladinou TYP 2 naznačuje, že není dostatečně využit celkový potenciál sub-fáze 1 a může tak docházet ke značným ztrátám na rychlostech. Pozdější načasování delfinového kopu u TYP 2 by mohlo přispět k efektivnějšímu rozložení rychlosti během celého pohybového cyklu pod hladinou a zlepšit tak dosažený čas v úseku 15 m po startu.

Částečnou limitací uvedené studie může být vyřazení závodníků z rozplaveb na drahách 0 a 9. Při posouzení dosaženého času v úseku 15 m po startu i po obrátce je rovněž důležité vzít v úvahu způsob provedení samotného startovního skoku či obrátky. V námi zkouma-

né kategorii elitních závodníků, jsou však tyto rozdíly téměř zanedbatelné. Ačkoliv byl zjištěn poměr využití obou typů pohybového cyklu pod hladinou velmi vyrovnaný, jeho volba i způsob provedení je ovlivněna dalšími faktory jako např. antropometrické údaje či silová vybavenost jednotlivých závodníků. Budoucí studie by se tak měly zaměřit na případný vliv těchto faktorů s ohledem na výběr i kvalitu provedení daného typu pohybového cyklu pod hladinou.

**Dedikace**

Studie vznikla v rámci projektu IGA (č. 102/2021) „Analýza vnitřních mechanismů plaveckého závodního výkonu: porozumění výkonnosti u elitních světových a českých plavců a plavců s ploutvemi“.

**Reference**

- Born, D. P., Kuger, J., Polach, M., & Romann, M. (2021a). Start and turn performances of elite male swimmers: Benchmarks and underlying mechanisms. *Sports Biomechanics*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1872693>
- Born, D. P., Kuger, J., Polach, M., & Romann, M. (2021b). Turn fast and win: the importance of acyclic phases in top-elite female swimmers. *Sports*, 9(9), Article 122. <https://doi.org/10.3390/sports9090122>
- Březina, J. (2020). *Technika rozloženého pohybového cyklu pod hladinou a její vliv na výkon u plaveckého způsobu prsa* [Ba-

- kalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci]. Theses. cz. <https://theses.cz/id/zgl9r9/Diplomova-prace-Jakub-Brezina.pdf>
- Craig, A. B., Termin, B., & Pendergast, D. R. (2006). Simultaneous recordings of velocity and video during swimming. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6(2), 32–35.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Thomson Brooks/Cole Publishing Co.
- FINA. (2020). *Swimming and facilities rules (2017–2021)*.
- Hagedorn, E. (2013). *Physics of swimming: Conditions that affect the passive drag on a swimmer in streamline position*. Physics Department, The College of Wooster.
- Hayashi, Y., Homma, M., & Luo, Z. (2015). Optimal timing of dolphin kick during breaststroke underwater swimming movement. In *2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)* (pp. 249–254). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBIO.2015.7418775>
- Hofer, Z. (2016). *Technika plaveckých způsobů (4. vydání)*. Karolinum.
- Mullen, J. G. (2018). *Swimming science: Optimum performance in the water*. Ivy Press.
- Naemi, R., Easson, W. J., & Sanders, R. H. (2010). Hydrodynamic glide efficiency in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(4), 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.04.009>
- Olstad, B. H., Gonjo, T., Conceição, A., Šťastný, J., & Seifert, L. (2022). Arm–leg coordination during the underwater pull-out sequence in the 50, 100 and 200 m breaststroke start. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(1), 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.08.006>
- Seifert, L., Conceição, A., Gonjo, T., Šťastný, J., & Olstad, B. H. (2021). Arm–leg coordination profiling during the dolphin kick and the arm pull-out in elite breaststrokers. *Journal of Sports Sciences*, 39(23), 2665–2673. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1950446>
- Veiga, S., Cala, A., Mallo, J., & Navarro, E. (2013). A new procedure for race analysis in swimming based on individual distance measurements. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 159–165. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.723130>
- Vilas-Boas, J. P., Costa, L., Fernandes, R. J., Ribeiro, J., Figueiredo, P., Marinho, D., Silva, A. J., Rouboa, A., & Machado, L. (2010). Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(3), 324–331. <https://doi.org/10.1123/jab.26.3.324>

## Effect of pull-out technique on acyclic phases in elite male 50 m breaststroke swimmers

**Background:** In breaststroke, it is possible to use two types of pull-out techniques during the underwater phase. In TYPE 1 the dolphin kick is performed at the same time as the arm pullout. In TYPE 2 the dolphin kick is finished before arm pull-out. However, it is unclear which technique is more effective. **Objective:** The aim was to assess two types of pull-out technique and their influence on the time 15 m after the start and turn. Moreover, the relationship of all sub-phases in both techniques during the underwater phases after the start and turn was assessed. **Methods:** Video footages of all male participants ( $n=59$ ; age  $23.6 \pm 6.9$ ; FINA points  $822 \pm 95$ ) at the 2019 and 2021 European swimming short-course championships were analyzed. **Results:** No differences in 15 m after the start and turn were found. Both pull-out techniques seem to be equally effective. Sub-phase 1 and Sub-phase 3 strongly correlated with the time of the underwater phase in TYPE 1 ( $r \geq 0.81$ ;  $r \geq 0.63$ ). Sub-phase 1 strongly correlated with the time of the underwater phase in TYPE 2 ( $r \geq 0.63$ ). After the start and turn a significant difference was found in sub-phase 1 ( $p=0.027$ ). **Conclusions:** TYPE 2 spent less time gliding after the start and initiated the dolphin kick at a higher speed, which negatively affected the rest of the underwater phase. When optimal timing of the dolphin kick, our results suggest a greater potential for TYPE 2.

**Keywords:** video-analysis, biomechanics, start, turns