

Technika nawrotu koziółkowego osób z niepełnosprawnością

Andrzej Nosiadek¹, Barbara Gajer¹

Abstrakt

Przebadano czterech pływaków z niepełnosprawnością reprezentujących klasy sportowe S6 i S14 w wieku 12–22 lata. Do analizy techniki nawrotu koziółkowego wykorzystano cztery kamery, a filmy opracowano przy pomocy programu Kinovea 0.9.5. Celem badania było określenie zmiennych charakteryzujących nawrót koziółkowy osób z niepełnosprawnościami, ich porównanie oraz wskazanie związków i zależności. Analizie poddano czasy trwania poszczególnych faz nawrotu oraz związki pomiędzy zmiennymi kinematycznymi. W technice przebadanych osób dużemu skróceniu uległa faza szybowania. Mniejsze prędkości dopływania do ściany nawrotowej skutkowały zwiększeniem głębokości zanurzenia się oraz dodatnim kątem odbicia od ściany nawrotowej w kierunku powierzchni.

Słowa kluczowe

nawrót koziółkowy, niepełnosprawność, parapywanie, Kinovea

1. Wprowadzenie

Ciężar rehabilitacji osób z niepełną sprawnością spoczywa zazwyczaj na rodzinie, która spośród wielu form aktywności, będących uzupełnieniem fizjoterapii, nierzadko proponuje pływanie. Doskonałą motywacją do pływania jest rywalizacja, a sport parapywaków organizuje kalendarz treningów i ćwiczeń wzmacniających upośledzone mięśnie. Nauka nawrotu koziółkowego zwiększa świadomość ułożenia ciała

¹ Akademia Tarnowska, Wydział Lekarski i Nauk o Zdrowiu. Praca badawcza została sfinansowana ze środków Akademii Tarnowskiej w ramach wewnętrznego projektu naukowego nr BAD-03/2023, zatytułowanego *Opracowanie możliwości technicznych podwodnej rejestracji wideo nawrotu koziółkowego pływaków i zawodników z niepełnosprawnością*.

Korespondencja: a_nosiadek@atar.edu.pl

© Copyright by Akademia Tarnowska, 2024

Udostępnione na podstawie Międzynarodowej Licencji Publicznej Creative Commons CC-BY-SA 4.0

DOI: 10.55225/9788397066120/3

w wodzie i pozwala na doskonalenie koordynacji ruchów (Weimar, Sumner, Romer i in., 2019). Analiza biomechaniczna nawrotu koziółkowego pomaga określić parametry zmiennych decydujących o skuteczności zastosowanej techniki, a ta w świecie parasportu jest szczególnie trudnym przedmiotem badań. Każdy z zawodników, pomimo przydzielonej klasy sportowej, może znacząco różnić się od drugiego sportowca w swoich możliwościach ruchowych. Autorzy podjęli zatem próbę opisania indywidualnych sposobów wykonania nawrotu koziółkowego przez doświadczonych zawodników Klubu Sportowego „Start” w Tarnowie. Celem badań było określenie parametrów zmiennych charakteryzujących nawrót koziółkowy osób z niepełnosprawnością. Aby zrealizować postawiony cel, analizie poddano czas trwania poszczególnych faz nawrotu i związku pomiędzy zmiennymi kinematycznymi.

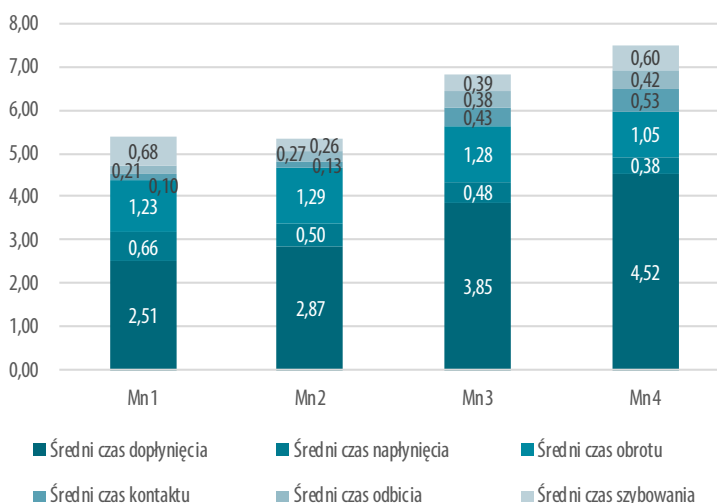
2. Materiał i metody

Przebadano czterech zawodników z niepełnosprawnością reprezentujących klasy sportowe S6 i S14 w wieku od 12 do 22 lat. Do analizy techniki nawrotu koziółkowego wykorzystano cztery kamery, a filmy opracowano przy pomocy programu Kinovea 0.9.5. Trzy kamery rejestrowały zawodników przy ścianie nawrotowej pod wodą. Dwie z nich ustawiono po bokach, trzecią na dnie basenu, czwarta zaś rejestrowała na powierzchni linię 15 metra. Wykorzystano modele kamer GoPro Hero9 oraz Lamax X9.1, z których każda rejestrowała z prędkością 60 FPS. Start zawodników poprzedziła rozgrzewka na brzegu i w wodzie, poprowadzona przez trenera. Zawodnicy startowali trzykrotnie seriami jeden za drugim, pojedynczo, w odstępach około 10 m od siebie, pokonując dystans 20 m z maksymalną prędkością wraz z nawrotem koziółkowym. Start odbywał się z części płytkiej 25-metrowej pływalni, a prędkość maksymalna miała być osiągnięta w momencie przekroczenia linii środkowej niecki basenu i utrzymana do linii 15 metra. Przerwa między seriami wynosiła 3 minuty.

Na podstawie poklatkowej analizy zarejestrowanych filmów określono czasy trwania poszczególnych faz. Prędkości uzyskane przez parapywaków określono z wykorzystaniem programu Kinovea, uwzględniając odpowiedni czas lub dystans do porównania wyników. Głębokość zanurzenia została zmierzona także w programie Kinovea; dokonano pomiarów części ciała pływaka najgłębiej zanurzonej względem lustra wody. Kąt odbicia określono, zatrzymując film na klatce, w której zawodnik trafił kontakt ze ścianą nawrotową i ponownie korzystając z narzędzi programu Kinovea, mierzono kąt zawarty pomiędzy osią długą ciała pływaka a poziomem.

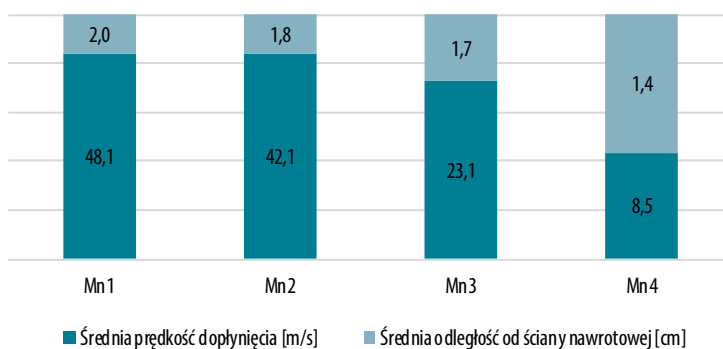
3. Wyniki

Określono czasy pokonania dystansu 20 m wraz z nawrotem oraz czasy trwania poszczególnych faz (rysunek 1), które zestawiono na wykresie, a wartości poszczególnych faz skumulowano. Analizie poddano zmienne kinematyczne: odległość od ściany podczas nawrotu, prędkość dopłynięcia i prędkość odbicia, głębokość zanurzenia podczas nawrotu, czas kontaktu ze ścianą nawrotową, kąt odbicia. Po skorelowaniu ze sobą prędkości dopłynięcia oraz odległości od ściany nawrotowej zauważono, że im mniejsza jest prędkość dopłynięcia, tym mniejsza odległość od ściany nawrotowej (rysunek 2). Charakterystyczny, dodatni i stosunkowo duży kąt odbicia od ściany nawrotowej świadczy o specyficznym wykorzystaniu nawrotu przez osoby z niepełnosprawnością (rysunek 3). W uzupełnieniu przedstawionych danych zaprezentowano miary rozproszenia wyników (tabela 1).



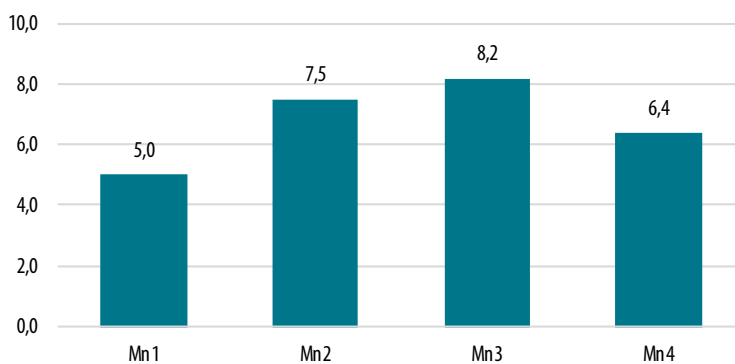
Rysunek 1. Skumulowane wartości czasu trwania poszczególnych faz nawrotu u czterech zawodników z niepełnosprawnością

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Rysunek 2. Wartości prędkości i odległości od ściany nawrotowej. Im mniejsza prędkość dopłynięcia, tym mniejsza odległość od ściany nawrotowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Rysunek 3. Wartości kąta odbicia od ściany nawrotowej względem poziomu

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Tabela 1. Miary rozproszenia wyników poszczególnych zmiennych

Zawodnik	Min.	Maks.	\bar{x}	SD
Czas dołynięcia [s]				
Mn1	2,07	2,80	2,51	0,39
Mn2	2,74	3,12	2,87	0,22
Mn3	3,27	4,79	3,85	0,82
Mn4	4,34	4,72	4,52	0,19
Suma końcowa	2,07	4,79	3,44	0,92
Czas napłynięcia [s]				
Mn1	0,53	0,78	0,66	0,13
Mn2	0,42	0,65	0,50	0,13
Mn3	0,17	0,65	0,48	0,27
Mn4	0,28	0,48	0,38	0,10
Suma końcowa	0,17	0,78	0,50	0,18
Czas obrotu [s]				
Mn1	1,15	1,27	1,23	0,07
Mn2	1,28	1,30	1,29	0,01
Mn3	1,05	1,45	1,28	0,21
Mn4	0,97	1,17	1,05	0,10
Suma końcowa	0,97	1,45	1,21	0,14
Czas kontaktu [s]				
Mn1	0,05	0,13	0,10	0,04
Mn2	0,08	0,18	0,13	0,05
Mn3	0,28	0,58	0,43	0,15
Mn4	0,42	0,60	0,53	0,10
Suma końcowa	0,05	0,60	0,30	0,21
Czas odbicia [s]				
Mn1	0,15	0,25	0,21	0,05
Mn2	0,25	0,28	0,27	0,02
Mn3	0,35	0,42	0,38	0,03
Mn4	0,37	0,45	0,42	0,05
Suma końcowa	0,15	0,45	0,32	0,10
Czas szybowania [s]				
Mn1	0,60	0,78	0,68	0,09
Mn2	0,07	0,38	0,26	0,17
Mn3	0,13	0,62	0,39	0,24
Mn4	0,47	0,72	0,60	0,13
Suma końcowa	0,07	0,78	0,48	0,23

Zawodnik	Min.	Maks.	\bar{x}	SD
Czas dystansu 20 m z nawrotem [s]				
Mn1	15,24	16,71	16,13	0,78
Mn2	15,95	18,04	17,13	1,08
Mn3	18,45	21,13	19,69	1,35
Mn4	21,77	22,65	22,29	0,46
Suma końcowa	15,24	22,65	18,81	2,63
Prędkość dołynięcia [m/s]				
Mn1	0,90	2,32	2,05	0,14
Mn2	1,49	2,16	1,79	1,79
Mn3	1,40	2,02	1,67	0,32
Mn4	1,28	1,57	1,43	0,15
Suma końcowa	1,28	2,32	1,73	0,33
Odległość od ściany nawrotowej [cm]				
Mn1	45,46	50,24	48,05	2,41
Mn2	37,39	47,08	42,14	4,85
Mn3	20,06	28,03	23,12	4,30
Mn4	3,30	12,61	8,48	4,74
Suma końcowa	3,30	50,24	30,45	16,76
Głębokość zanurzenia [cm]				
Mn1	56,84	63,97	60,56	3,57
Mn2	54,76	56,19	55,44	0,72
Mn3	43,74	47,95	45,17	2,41
Mn4	48,19	63,06	54,16	7,86
Suma końcowa	43,74	63,97	53,83	6,95
Prędkość odbicia [m/s]				
Mn1	2,45	2,70	2,57	0,13
Mn2	1,51	1,84	1,63	0,18
Mn3	1,54	1,87	1,72	0,17
Mn4	1,47	1,76	1,61	0,15
Suma końcowa	1,47	2,70	1,88	0,44
Kąt odbicia [stopnie]				
Mn1	2,80	8,60	4,97	3,17
Mn2	5,80	8,40	7,47	1,45
Mn3	1,60	16,10	8,17	7,35
Mn4	3,10	11,50	6,40	4,48
Suma końcowa	1,60	16,10	6,75	4,15

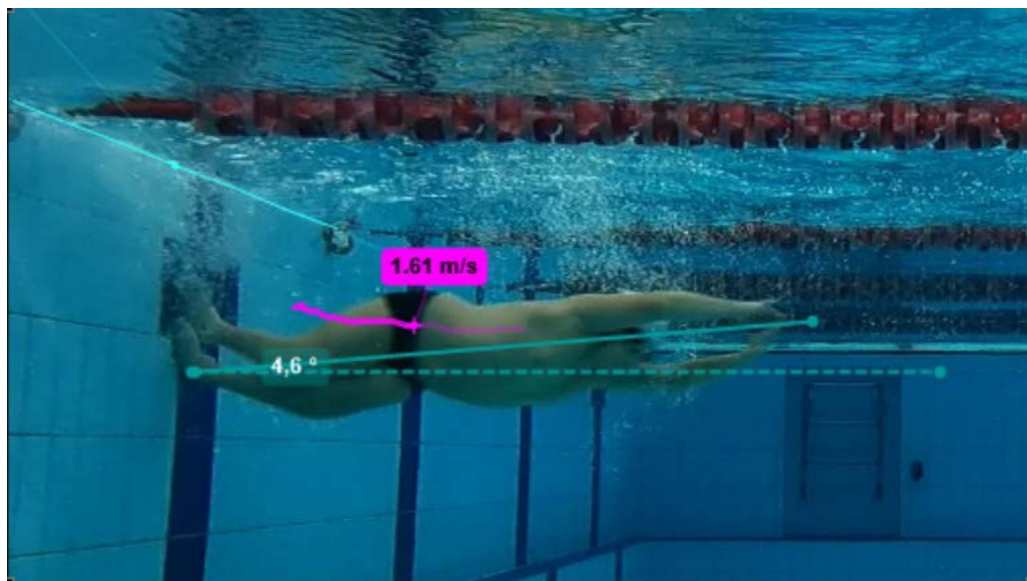
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

4. Dyskusja

Złożone ruchy pływaka w środowisku wodnym są elementami trudnymi do zbadania, o czym przekonali się autorzy wielu podjętych prac badawczych (Pereira, Vilar, Gonçalves i in., 2008; Weimar, Sumner, Romer i in., 2019). Powstały analizy dotyczące wartości kątów stawowych w biodrach i kolanach podczas nawrotu oraz ich wpływu na uzyskaną prędkość po nawrocie. Badano odległość od ściany w momencie rozpoczęcia nawrotu i wpływie tej wartości na kąty stawowe oraz prędkość odbicia (Baumgartner, 2016; Weimar, Sumner, Romer i in., 2019; Pereira, Vilar, Gonçalves i in., 2008). Nieliczne jednak opracowania odnosiły się do pływaków z niepełnosprawnościami. Podjęto próby określenia miejsca sportu w procesie rehabilitacji osób z niepełnosprawnościami (Koper, Tasiemski, 2013), ale także przeprowadzono rozważania na temat urazów w sporcie paraolimpijskim i dokonano porównania sportów: pływackiego i parapływackiego (Seidel, Żurowska, 2008).

Uzyskanie lepszego wyniku przez sportowców motywuje do ciężkiej pracy i treningów, które pozwalają na doskonalenie techniki pływania. Osoby z niepełnosprawnościami, z uwagi na indywidualne upośledzenie narządu ruchu, często samotnie poszukują lepszych rozwiązań technicznych. Autorzy podjęli próbę opisu techniki nawrotu koziółkowego czterech doświadczonych parapływaków za pomocą zmiennych kinematycznych (Nosiadek, Gajer, 2022). Ich analiza miała umożliwić bliższe przyglądnięcie się technice nawrotu koziółkowego oraz zestawienie czasu trwania faz nawrotu czy innych zmiennych. Podobne analizy przeprowadzono znacznie wcześniej, zwracając uwagę na różne aspekty zmiennych związanych z nawrotem koziółkowym pełnosprawnych pływaków (Staszkiwicz, Wijas, Nosiadek i in., 2015). Zastosowane narzędzia zostały dobrane w taki sposób, aby obserwacja mogła być kontynuowana przez trenera i sportowców. W założeniach autorów pracy dostęp grona osób najbardziej zainteresowanych doskonaleniem techniki do narzędzi pozwalających na jej analizę w znaczącym stopniu może przyczynić się do przeprowadzenia licznych eksperymentów i empiryczne znalezienie najistotniejszych zależności pomiędzy zmiennymi. W dalszej perspektywie autorzy zamierzają zestawić ze sobą nawroty koziółkowe pływaków i parapływaków, aby poszukać istotnych zmiennych kinematycznych wpływających na zróżnicowaną technikę nawrotu.

Za pomocą kamer podwodnych i programu Kinovea można było zaobserwować charakterystyczne zmienne kinematyczne podczas nawrotu koziółkowego osób z niepełnosprawnością. Na zróżnicowaną technikę wykonania zmiany kierunku pływnięcia przez zawodników uwagę badaczy zwróciły czasy trwania poszczególnych faz nawrotu, interesujące okazały się także zależności pomiędzy wartościami zmiennych kinematycznych (rysunek 4).

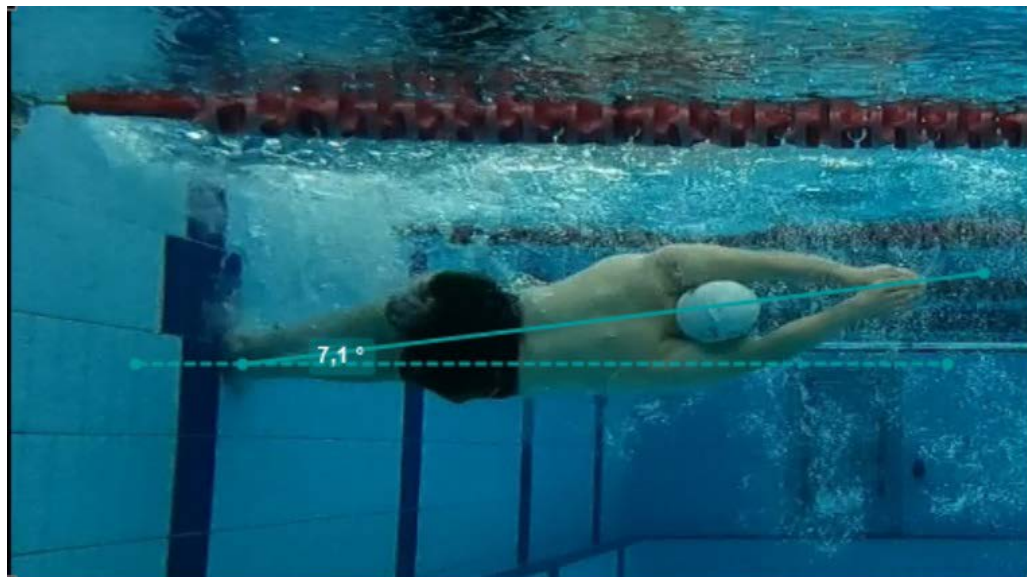


Rysunek 4. Prędkość odbicia mierzona w programie Kinovea

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

5. Wnioski

Zawodnicy z niepełnosprawnością dostosowywali swoją technikę nawrotu koziołkowego do posiadanych ograniczeń ruchowych. W technice przebadanych osób dużemu skróceniu uległa faza szybowania, w której parapyłwacy, nie mogąc napędzać się kończynami dolnymi, jak najszybciej wynurzali się, aby włączyć napęd ramion. Mniejsze prędkości podczas dopływania do ściany nawrotowej skutkowały zwiększeniem odległości rozpoczęcia nawrotu od ściany nawrotowej oraz zwiększeniem głębokości zanurzenia się, a przez to dodatnim oraz nierzadko dużym kątem odbicia się od ściany nawrotowej w kierunku powierzchni (rysunek 5).



Rysunek 5. Kąt odbicia mierzony w programie Kinovea

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Bibliografia

- Baumgartner, K. (2016). *Biomechanische Analyse der Rollwende im Kraulschwimmen – eine empirische Studie bezüglich des Einflusses des Hüft- und Kniewinkels während der Rotation*. Vienna: University of Vienna.
- Koper, M., Tasiemski, T. (2013). Miejsce sportu w procesie rehabilitacji osób niepełnosprawnych fizycznie. *Niepełnosprawność: zagadnienia, problemy, rozwiązania*, 3(8), 111–134.
- Nosiadek, A., Gajer, B. (2022). Analysis of swimming flip turn kinematic variables of people with disabilities. *Health Promotion & Physical Activity*, 21(4), 27–37. DOI: 10.55225/hppa.480.
- Pereira, S., Vilar, S., Gonçalves, P. i in. (2008). A combined biomechanical analysis of the flip turn technique. W: *26 International Conference on Biomechanics in Sports* (s. 699–702) [online]. Dostępny w Internecie: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/1989> [dostęp: 2022-10-11].
- Seidel, W., Żurowska, A. (2008). Porównanie wybranych aspektów sportu pływackiego osób pełnosprawnych i niepełnosprawnych. *Sporty Wodne i Ratownictwo*, 1, 48–56.
- Staszkiwicz, R., Wijas, E., Nosiadek, L. i in. (2015). Wpływ rodzaju wykonywanego nawrotu na charakterystykę kinematyczną fazy poślizgu. W: *Symposium Biomechaniki Sportu i Rehabilitacji: Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie: 17–18 września 2015: streszczenia* (s. 72–74). Warszawa: Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego.

Weimar, W., Sumner, A., Romer i in. (2019). Kinetic analysis of swimming flip-turn push-off techniques. *Sports*, 7(2), 32. DOI: 10.3390/sports7020032.

Flip-turn technique for people with disabilities

Abstract

Four swimmers with disabilities representing the S6 and S14 sport classes aged 12–22 were studied. Four cameras were used to analyse the flip-turn technique and the videos were processed using the Kinovea 0.9.5 software. The aim of the study was to determine the variables characterising the flip-turn of swimmers with disabilities, comparing them and to identify correlations and dependencies. The durations of the different relapse phases and the relationships between the kinematic variables were analysed. The glide phase was significantly shortened in the technique of the individuals studied. Lower speeds of arrival at the turn wall resulted in increased immersion depth and a positive angle of rebound from the turn wall towards the surface.

Keywords

flip-turn, disability, para-swimming, Kinovea