

Bożena Woryna, SKN Biokreatywni, Politechnika Śląska, Gliwice
Jacek Jurkojć, Katedra Biomechatroniki, Politechnika Śląska, Gliwice
Harald Skubacz Zespół Szkół Sportowych im. J. Kusocińskiego w Zabrze

BIOMECHANIKA PŁYWANIA - ASPEKTY TEORETYCZNE I BADANIA DOŚWIADCZALNE ZAWODNIKÓW

Streszczenie: W pracy przeprowadzono badania związane z pomiarami biomechanicznymi pływaków. Opracowano metodykę prowadzenia pomiarów oraz przeprowadzono wstępne badania, w ramach których dokonano pomiaru czasów przepłynięcia dystansu 100m stylem klasycznym wraz z międzyczasami oraz pomiarów momentów sił mięśniowych w warunkach izokinetycznych na stanowisku Biodex. Wyniki porównano i określono zależności pomiędzy wynikami osiągniętymi na basenie i podczas pomiarów w laboratorium.

Słowa kluczowe: biomechanika, sport, pływanie, styl klasyczny

1. WSTĘP

Coraz bardziej rozpowszechnione badania biomechaniczne w sporcie znajdują wykorzystanie między innymi w określaniu skuteczności treningu sportowego. Wielu trenerów bardzo chętnie wykonuje tego rodzaju badania aby móc porównywać efekty uzyskane na przestrzeni czasu, a co ważne pozwala im to również dobrać odpowiednie obciążenia i metody treningowe aby uniknąć kontuzji zawodników [4,5]. Nie mniej ważna jest możliwość oceny zdolności siłowych i zmęzeniowych, która umożliwia określenie predyspozycji do uprawiania wybranego sportu zawodników już od najmłodszych lat [1,2,3].

Niniejsza praca ma na celu analizę biomechaniczną młodych sportowców trenujących pływanie.

1. METODYKA BADAŃ

Grupę badawczą stanowili 12-13-latkowie intensywnie trenujący pływanie (Tabela 1). Pierwszy etap badań dotyczył wykonania pomiarów na pływalni Olimpijczyk w Gliwicach dysponującym torem długości 50 m. Badane osoby miały za zadanie przepłynąć dystans 100m stylem klasycznym. Dokonano pomiaru całkowitego czasu przepłynięcia tego dystansu oraz międzyczasów co 25m. Zmierzone również czas i odległość od startu do wypłynięcia nad wodę oraz od nawrotu do wypłynięcia nad wodę.

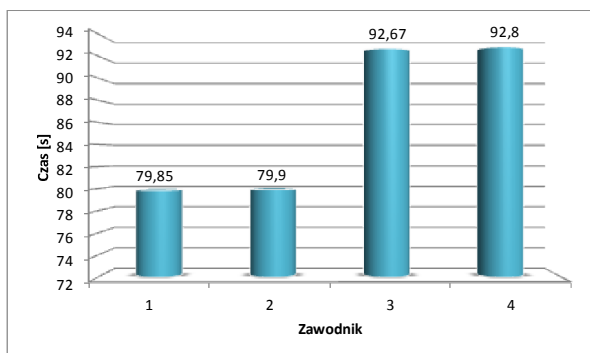
W kolejnym etapie badań wykonano pomiary momentów sił mięśniowych w stawie kolanowym przy ruchu prostowania i zginania w warunkach izokinetycznych przy prędkościach: 60°/s, 180°/s i 300°/s. Pomiary momentów sił mięśniowych wykonano na stanowisku pomiarowym Biodex System 4 Pro.

Tabela 2. Dane antropometryczne analizowanych zawodników.

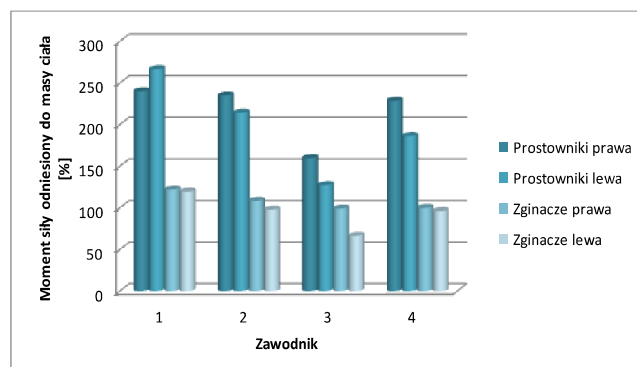
Nr	Płeć	Wiek	Wzrost	Waga	Staż treningu
1	M	13 lat	173 cm	60 kg	3 lata
2	M	13 lat	182 cm	70 kg	3 lata
3	K	12 lat	165 cm	44,5 kg	3 lata
4	K	12 lat	159 cm	43 kg	4 lata

2. WYNIKI BADAŃ

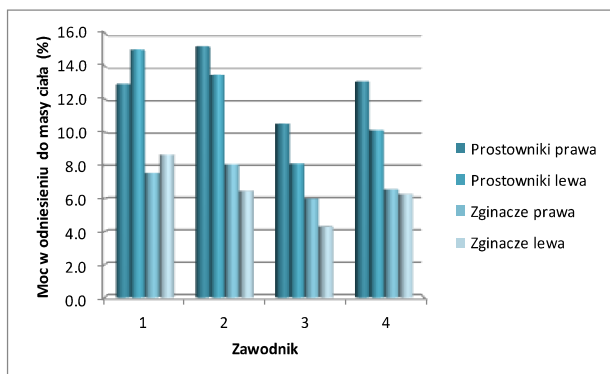
W ramach niniejszej pracy skupiono się na wyszukaniu zależności pomiędzy całkowitym czasem przepłynięcia dystansu 100m jaki osiągnęli zawodnicy oraz wynikami badań siłowych przeprowadzonych na stanowisku pomiarowym Biodex. Rysunek 1 przedstawia najlepsze czasy jakie uzyskali poszczególni zawodnicy. Widoczne są dość znaczne różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi przez chłopców i dziewczęta. Rysunek 2 pokazuje maksymalne momenty sił mięśniowych otrzymane podczas badania izokinetycznego przy prędkości 60°/s odniesione do masy ciała poszczególnych zawodników. Następnie wyznaczono moc jako stosunek wykonanej pracy do czasu (Rys. 3) (gdzie praca wyznaczona została jako iloczyn momentu siły i drogi kątowej), oraz porównano siłę mięśni prawej kończyny z lewą (Rys. 5) oraz mięśni antagonistów (Rys. 6). Obliczono również zmęczenie mięśni (Rys. 4) podczas 30 powtórzeń przy prędkości 300°/s (obliczając zmęczenie porównano wykonaną pracę w ostatnich 10 powtórzeniach do pracy w pierwszych 10 powtórzeniach).



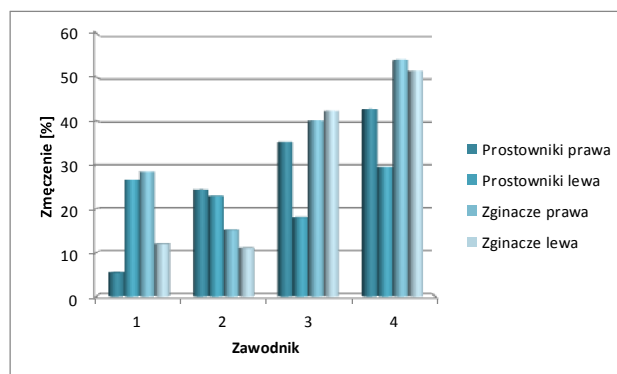
Rys. 1. Czasy przepłynięcia dystansu 100m



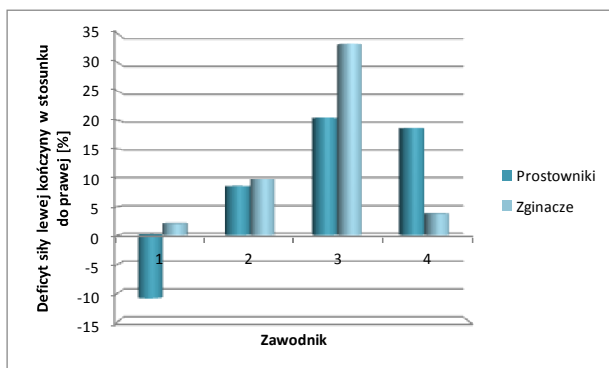
Rys. 2. Maksymalny moment sił mięśniowych podczas pomiarów izokinetycznych w odniesieniu do masy ciała, uzyskany przy prędkości 60°/s



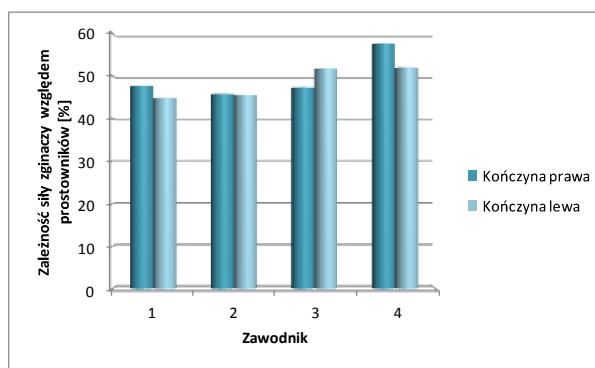
Rys. 3. Moc uzyskana przez poszczególnych zawodników przy prędkości 60°/s odniesiona do masy ciała



Rys. 4. Zmęczenie mięśni podczas pomiarów izokinetycznych przy prędkości 300°/s dla 30 powtórzeń



Rys. 4. Deficyt momentów siły w kończynie lewej w odniesieniu do kończyny prawej (wartość ujemna oznacza, że silniejszą lewą kończynę)



Rys. 5. Zależność momentów siły generowanej przez zginacze w stosunku do momentów siły generowanej przez prostowniki stawu kolanowego

3. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Przeprowadzone badania umożliwiły określenie zależności pomiędzy wielkościami analizowanymi podczas treningu i wielkościami siłowo-szybkościowymi zmierzonymi w laboratorium. Analizując wybrane wyniki można stwierdzić, że:

- Zarówno dziewczynki jak i chłopcy uzyskali podobne czasy przepłynięcia zadanego dystansu w swojej grupie.
- Chłopiec 1 uzyskał nieznacznie lepsze wyniki maksymalnego momentu siły mięśni prostowników stawu kolanowego niż chłopiec 2, jednak w przypadku mocy przeciwnie, to chłopiec 1 uzyskał większą moc.
- W przypadku dziewczynki 4 maksymalne momenty sił mięśniowych były na poziomie wartości uzyskanych przez chłopców, jednak moc oraz zmęczenie były już mniejsze.
- Zawodnik który uzyskał najlepszy czas na basenie charakteryzuje się największym maksymalnym momentem siły mięśniowej odniesionym do masy ciała.
- Zawodnik 2 osiągnął największą wartość mocy odniesionej do masy ciała przy prędkości 60°/s, oraz przy dłuższej pracy (300°/s, 30 powtórzeń) jego mięśnie uległy mniejszemu zmęczeniu niż u zawodnika 1. Może to mieć wpływ na uzyskiwane wyniki.
- U dwóch badanych zawodniczek zauważa się przekroczenie wskaźnika symetrii siły mięśniowej, który nie powinien przekraczać 10%. Może to być przyczyną nie tylko gorszych osiągnięć sportowych, ale również większej podatności na kontuzje w obrębie stawu kolanowego.
- W przypadku dziewczynki zawodniczka, która uzyskała mniejsze zmęczenie miała lepszy czas przepłynięcia dystansu na basenie.
- Wszyscy zawodnicy uzyskali zbyt niski stosunek mięśni zginaczy do mięśni prostowników [6]. Oznacza to, że mięśnie zginacze są zbyt słabe, co może skutkować nieprawidłową stabilizacją stawu kolanowego i zwiększać prawdopodobieństwo wystąpienia kontuzji.

Po przeanalizowaniu wyników maksymalnych momentów sił mięśniowych można stwierdzić, że zawodnik 2 charakteryzuje się słabszymi mięśniami (w odniesieniu do masy ciała) niż zawodnik 1, jednak uzyskuje lepsze wyniki wytrzymałościowe. Może to świadczyć, że w chwili badań miał on większy potencjał niż zawodnik 1. Wśród dziewczynki zawodniczka 4 uzyskała lepsze wyniki niż zawodniczka 3, za wyjątkiem pomiaru zmęczenia. Pomimo różnic w pomiarach siłowych chłopcy i dziewczynki uzyskali

odpowiednio zbliżone rezultaty. Może to wynikać z różnic w technice pływania oraz z wydolności organizmu. Badania będą kontynuowane w celu opracowania metodyki wykorzystania pomiarów biomechanicznych w treningu pływaków.

LITERATURA

- [1] T. Bober, A. Rutkowska-Kucharska i B. Pietraszewski, „Ćwiczenia plyometryczne-charakterystyka biomechaniczna, wskaźniki, zastosowania,” *Sport wyczynowy*, pp. 511-513, 2007
- [2] F. Erčulj, „Correlation between height and duration of take-off in various jumps of young basketball players,” *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*, pp. 27-37, 2004
- [3] C. Raschner, C. Patterson i R. Puhlinger, „Testy specjalne w narciarstwie alpejskim,” *Sport wyczynowy*, pp. 21-29, 2004
- [4] G. Cometti i N. Maffiuletti, „Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players,” *Training and Testing*, pp. 45-51
- [5] J. Jurkojć, R. Michnik, H. Skubacz i E. Ziółkowska, „Pomiary momentów sił mięśniowych w warunkach izokinetycznych u gimnastyków sportowych,” *Modelowanie inżynierskie*, pp. 156-160, 2012
- [6] <http://www.biodex.com/sites/default/files/manual-clinical-resources-normative-metrics.pdf>

BIOMECHANICS SWIMMING-ASPECTS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL OF PLAYERS

Abstract: In these thesis did a review based on different literature sources about biomechanical research among sportsmen. After that an author did a measurement of muscle torques on a Biodex chair. The author summarized the results which the swimmers got on a 100 meters distance with the results that they got by using biomechanical devices. The comparison showed that the swimmers which got the better results have less muscle fatigue and achieve greater muscle torques for the bending and straightening of the knee.