

**Radosław MICHALSKI**, Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu, Warszawa

**Monika LIPIŃSKA**, Zakład Antropologii, Katedra Antropologii i Biologii, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

## **MAKSYMALNE MOMENTY SIŁ MIĘŚNIOWYCH ZAWODNIKÓW UPRAWIAJĄCYCH PIŁKĘ SIATKOWĄ I SIATKÓWKĘ PLAŻOWĄ**

Streszczenie: w prezentowanej pracy dokonano porównania zawodników piłki siatkowej ( $n = 24$ ) z siatkarzami plażowymi ( $n = 20$ ), pod kątem osiągniętych maksymalnych momentów sił mięśniowych, dla 10 zespołów mięśniowych. Badania przeprowadzono na specjalnych stanowiskach służących do pomiarów momentów sił w warunkach statyki. Badane grupy zawodników różniły się wysokością i masą ciała, jednak uzyskane wyniki pozwalają przypuszczać, iż zawodnicy obu dyscyplin charakteryzują się podobnymi wartościami względnej, maksymalnej siły mięśniowej i topografii momentów sił.

### 1. WSTĘP

Mimo oczywistego podobieństwa wymienionych w tytule dyscyplin, ich założenia treningowe różnią się między sobą [5]. Brakuje jednak jednoznacznych opinii wśród autorów opracowań naukowych odnośnie oceny tych różnic. Kwestią dyskusyjną jest pogląd, że realizacja planu treningowego swoistego dla jednej z tych dyscyplin, wyklucza osiągnięcie wysokiej formy i dobrego wyniku sportowego w drugiej. Różne podejścia treningowe muszą wynikać między innymi z różnic dotyczących samych warunków rozgrywek, jednak w dużej mierze były by też uzasadnione, gdyby zawodnicy obu dyscyplin różnili się istotnie warunkami fizycznymi, takimi jak siła mięśniowa. W literaturze brak jest badań oceniających różnice między tymi dyscyplinami pod innymi względami niż skoczność zawodników. Celem niniejszej pracy jest określenie potencjalnych różnic wartości maksymalnych momentów sił mięśniowych i procentowej topografii momentów sił mięśniowych u zawodników reprezentujących piłkę siatkową i siatkówkę plażową.

### 2. MATERIAŁ I METODY

W badaniach, po uzyskaniu akceptacji Komisji Etyki Badań Naukowych Instytutu Sportu, udział wzięło 20 siatkarzy plażowych (wiek  $18,5 \pm 2,81$  lat, wysokość ciała  $190,0 \pm 5,35$  cm, masa ciała  $78,3 \pm 6,10$  kg) i 24 zawodników piłki siatkowej (wiek  $17,9 \pm 0,89$  lat, wysokość ciała  $197,4 \pm 6,22$  cm, masa ciała  $84,9 \pm 7,04$  kg). Pomiar maksymalnych momentów sił mięśniowych przeprowadzono na specjalnych stanowiskach (producent „JBA” Zb. Staniak, Polska), które umożliwiają usytuowanie i stabilizację osoby badanej w celu zarejestrowania siły poszczególnych zespołów mięśni, przy wyeliminowaniu wspomaganie innymi, aktualnie nie mierzonymi mięśniami. Zakres pomiarowy obu urządzeń wynosi 0-250 Nm i 0-1200 Nm odpowiednio dla stanowiska pomiarowego dla kończyn górnych i dla kończyn dolnych wraz z tułowiem. Dokładność pomiaru na obu stanowiskach wynosi 2 N, a zakres częstotliwości

próbkowania mieści się w zakresie od 0 do 5 Hz. Po 10 minutowej rozgrzewce, badana osoba przez 2-3 sekundy oddziałuje na dźwignię pomiarową siłą izometrycznego skurczu, rozwijanego przez mierzone zespoły mięśni. Każdy pomiar był wykonywany tylko raz, przy czym przerwy między kolejnymi pomiarami wynosiły ok. 3 minut. Zastosowany w stanowisku specjalny element pomiarowy (momentomierz) umożliwia bez konieczności mierzenia długości ramienia działania siły zewnętrznej wyświetlanie na ekranie wzmacniacza tensometrycznego wyników pomiarów bezpośrednio w jednostkach momentu siły [N·m] w statyce dla zespołów mięśni zginających i prostujących kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym i kolanowym oraz zginających i prostujących tułów [2]. Ta kolejność pomiarów stanowiła standard badań, i była przestrzegana dla każdej z badanych osób. Różnice międzygrupowe oceniano przy użyciu analizy wariancji (ANOVA/MANOVA), stosując test post hoc LSD. W przypadku nie spełnienia założeń o normalności rozkładu danych i jednorodności wariancji, stosowano analizę wariancji Kruskala-Wallisa. W przeprowadzonych analizach statystycznych poziom istotności  $p < 0,05$  przyjęto jako istotny.

### 3. WYNIKI

Badane grupy różniły się istotnie ( $p < 0,05$ ) pod względem masy i wysokości ciała. W tabeli 1 przedstawiono wartości sumy maksymalnych momentów sił mięśniowych prawej i lewej kończyny górnej, dolnej, tułowia oraz łącznie 10 zespołów mięśniowych, zawodników uprawiających piłkę siatkową i siatkówkę plażową. Cztery z sześciu zmiennych prezentowanych w tabeli 1 osiągały istotnie różne wartości w obu grupach. Jednak po przeliczeniu rezultatów na kilogram masy ciała, względne wartości sum maksymalnych momentów sił mięśniowych nie różnicowały badanych grup.

Tabela 7. Średnie wartości ( $\pm$ SD) sumy maksymalnych momentów sił mięśniowych [N·m] prawej (P) i lewej (L) kończyny górnej (SKG), dolnej (SKD), tułowia (ST) i wszystkich 10 zespołów mięśniowych (SUMA) siatkarzy plażowych i zawodników siatkówki plażowej

Momenty sił mięśniowych [N·m]			
Cecha	Siatkówka plażowa	Piłka siatkowa	Różnica [%]
SKGP	264,1 $\pm$ 29,77	288,1 $\pm$ 38,28*	9,1
SKGL	260,7 $\pm$ 34,12	298,8 $\pm$ 37,76*	14,6
SKDP	1073,3 $\pm$ 119,29	1147,9 $\pm$ 198,52	7,0
SKDL	1051,1 $\pm$ 129,05	1151,7 $\pm$ 209,28	9,6
ST	752,2 $\pm$ 119,96	843,0 $\pm$ 164,57*	12,1
SUMA	3401,3 $\pm$ 362,76	3729,5 $\pm$ 585,93*	9,6

\* - średnie różnią się istotnie względem siatkarzy plażowych,  $p < 0,05$ .

Tabela 8. Średnie wartości ( $\pm$ SD) sumy maksymalnych momentów sił względnych [ $N \cdot m \cdot kg^{-1}$ ] prawej (P) i lewej (L) kończyny górnej (SKG), dolnej (SKD), tułowia (ST) i wszystkich 10 zespołów mięśniowych (SUMA) u siatkarzy plażowych i zawodników piłki siatkowej

Momenta względnych sił mięśniowych [ $N \cdot m \cdot kg^{-1}$ ]			
Cecha	Siatkówka plażowa	Piłka siatkowa	Różnica [%]
SKGP	3,38 $\pm$ 0,38	3,40 $\pm$ 0,42	0,6
SKGL	3,34 $\pm$ 0,42	3,53 $\pm$ 0,42	5,8
SKDP	13,73 $\pm$ 1,39	13,55 $\pm$ 2,17	-1,3
SKDL	13,45 $\pm$ 1,57	13,58 $\pm$ 2,21	1,0
ST	9,62 $\pm$ 1,42	9,93 $\pm$ 1,76	3,2
SUMA	43,52 $\pm$ 4,18	43,99 $\pm$ 6,15	1,1

W tabeli 3 przedstawiono średnią, procentową topografię sum momentów sił mięśniowych dla lewej (L) i prawej (P) kończyny górnej (SKG), kończyny dolnej (SKD) i tułowia (ST) badanych zawodników. Podobnie jak w przypadku względnych momentów sił mięśniowych, wartości topografii nie różnią się istotnie w przedstawionych grupach.

Tabela 9. Średnie wartości ( $\pm$ SD) sumy procentowej topografii momentów sił mięśniowych prawej (P) i lewej (L) kończyny górnej (SKG), dolnej (SKD), tułowia (ST), obu kończyn górnych (KKG), obu kończyn dolnych (KKD) i wszystkich 10 zespołów mięśniowych (SUMA)

Topografia momentów sił mięśniowych [%]			
Cecha	Siatkówka plażowa	Piłka siatkowa	Różnica [%]
SKGP	7,8 $\pm$ 0,60	7,8 $\pm$ 0,80	0,0
SKGL	7,7 $\pm$ 0,61	8,1 $\pm$ 0,82	5,2
SKDP	31,6 $\pm$ 1,57	30,7 $\pm$ 1,54	-2,8
SKDL	30,9 $\pm$ 1,71	30,8 $\pm$ 1,65	-0,3
ST	22,1 $\pm$ 2,43	22,6 $\pm$ 2,71	2,3

#### 4. DYSKUSJA

W literaturze brak jest doniesień o różnicach w sile mięśniowej i/lub topografii siły u zawodników uprawiających siatkówkę plażową i piłkę siatkową. Istniejące prace opisują jedynie różnice w cechach somatycznych i osiągniętych rezultatach w różnego typu wyskokach [7,8], lub odnoszą się do pomiarów siły wybranych grup mięśniowych w celach diagnostycznych lub profilaktyki urazów mechanicznych [6]. Uzyskane wyniki pokazują, że siatkarzy charakteryzuje istotnie wyższa masa i wysokość ciała oraz bezwzględne wartości momentów sił mięśniowych w porównaniu z siatkarzami plażowymi. Jednak po przeliczeniu rezultatów na kilogram masy ciała różnice w sile mięśniowej okazały się nieistotne. Fidelus i Skorupski [4] sugerowali, że istnieje specyficzna topografia momentów sił mięśniowych u seniorów w zależności od uprawianej dyscypliny sportu. W przypadku obu grup siatkarzy stwierdzono podobną topografię momentów sił mięśniowych. Ponadto, wyniki badań Buški [1] oraz Buški i Staniaka [3], przeprowadzane na siatkarzach w rocznym i dwuletnim cyklu treningowym są zgodne z wartościami i topografią momentów sił mięśniowych

przedstawionymi w niniejszej pracy. Bardzo podobne wartości rejestrowanych i wyliczonych parametrów pozwalają nam przypuszczać, iż przedstawione dane są wysoce wiarygodne. Brakuje natomiast w literaturze danych z którymi można by porównać wyniki zarejestrowane dla siatkarzy plażowych, co jednocześnie stanowi obiecujący kierunek przyszłych badań. Zebrane dane mogą świadczyć o tym, że specyfika obu dyscyplin nie wpływa istotnie na cechy motoryczne, lecz jest raczej wynikiem różnic w cechach somatycznych.

## LITERATURA

- [1] Buśko K.: Zmiany maksymalnych momentów sił mięśniowych, mocy kończyn dolnych i wysokości uniesienia środka masy ciała u siatkarzy w rocznym cyklu treningowym. *Kierunki Doskonalenia treningu i walki sportowej*, Warszawa 2008; T. 5; s. 277-285.
- [2] Buśko K., Nowak A.: Changes of maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoists during training. *Human Movement* 9(2), 2008, s. 111-115.
- [3] Buśko K., Staniak Z.: Changes of the maximal muscle torque of male volleyball players during training. *Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej; Politechnika Śląska, Gliwice* 2007; s. 47-50.
- [4] Fidelus K., Skorupski L.: Wielkość momentów sił mięśniowych w poszczególnych stawach u zawodników różnych dyscyplin sportowych. *Symposium Teorii Techniki Sportowej*. Warszawa: 26-28.11.1968., Warszawa 1970, s. 128-140.
- [5] Palao J.M., Gutiérrez D., Frideres J.E.: Height, weight, Body Mass Index, and age in beach volleyball players in relation to level and position. *J Sports Med Phys Fitness* 48(4), 2008, s. 466 – 471.
- [6] Vedran H. et.al.: The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isocinetics & Exercise Science* 18 (issue 1) 2010, s.31-37.
- [7] Weiping S.: Research on improving the volleyball player's physical ability through beach volleyball training. *Journal of Chengdu Physical Education Institute* 04, 2004 (abstract).
- [8] Ziv G., Lidor R.: Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 20(4), 2010, s.556-567.

## MAXIMAL MUSCLE TORQUES OF VOLLEYBALL AND BEACH VOLLEYBALL PLAYERS

Abstract: this study presents a comparison of volleyball (n = 24) and beach volleyball (n = 20) players, in terms of maximal muscle torques for 10 muscle groups. The measurements were taken on a specific mechanical stands that were designed and built for measuring muscle torques under isometric conditions. Body mass and body height differed in examined groups significantly; however obtained results suggest, that players of both disciplines rather have similar level of relative muscle strength and a strength distribution.