

Buśko Krzysztof, Szulc Adam, Kamiński Marek. Height of jump and maximal power output of the lower limbs in volleyball players. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(9):747-753. ISSN 2391-8306.

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.44237>

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%289%29%3A747-753>

<https://pbn.nauka.gov.pl/works/687072>

Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014:

<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.

Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 25.09.2015. Revised 25.10.2015. Accepted: 31.10.2015.

Height of jump and maximal power output of the lower limbs in volleyball players

Buśko Krzysztof¹, Adam Szulc², Marek Kamiński²

¹ – Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

² – Instytut Kultury Fizycznej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

¹ – Department of Biomechanics, Institute of Sport – National Research Institute, Warsaw, Poland

² – Institute of Physical Culture, Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

Buśko Krzysztof, dr hab. prof. nadzw.

Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu – Państwowy Instytut Badawczy,

Trylogii 2/16,

01-982 Warszawa

Tel. 22 8340812 w. 247

krzysztof.busko@insp.waw.pl

Abstract

The aim of the study was to compare the results obtained in the coaching tests (block jump and spike jump) with the results of laboratory tests (counter-movement jump and spike jump performed on force plate) in volleyball players. The study involved 16 volleyball players. Characteristics of participants: age 17.2 ± 0.7 years, body height 196.2 ± 7.6 cm, body mass 86.4 ± 10.0 kg, training experience of 7.8 ± 1.6 years. Each volleyball player performed coaching test consisting of three block jumps and three spike jumps, and laboratory test consisting of three counter-movement jump (CMJ) and three spike jump (SPJ) performed on force plate. The mean values obtained by the competitors in the coaching test were: height in block jump 47.6 ± 5.2 cm, height in spike jump 72.4 ± 7.6 cm, and laboratory test: the height of rise of the body's centre of mass in the CMJ 47.9 ± 4.0 cm and SPJ 60.8 ± 5.7 cm. Significant differences were found between height in spike jump and the height of rise of the body's centre of mass in the SPJ. Significant relationship were found between the height of jump obtained during laboratory and coaching tests.

In conclusion, height of jump in CMJ measured in coaching test doesn't differ from the height of rise of the body's centre of mass measured in SPJ jump on force plate (laboratory tests).

Keywords: volleyball, power, height of jump, counter-movement jump, spike jump

Wstęp

Piłka siatkowa charakteryzuje się wykonywaniem krótkich, intensywnych wysiłków podczas treningów i zawodów [1, 2]. Sprawność siatkarzy zależy od siły, mocy i skoczności [3, 4]. Moc jest często mierzona podczas różnego rodzaju testach wyskoków. W testach trenerskich wykonuje się wyskok Sargenta jako test mocy i skoczności. Uzyskany wynik mówi nam pośrednio o mocy (sile) mięśni kończyn dolnych. W warunkach laboratoryjnych wykonuje się różnego typu wyskoki na platformie dynamometrycznej. Bartosiewicz i Wit [5] wykazali, że nie powinno się utożsamiać mocy i skoczności. W praktyce sportowej często przeprowadza się pomiary możliwości fizycznych zawodnika obydwoma sposobami. Można wtedy lepiej dostosować obciążenia treningowe i na bieżąco kontrolować ćwiczenia testowe. W naszej wcześniejszej pracy [6] poszukiwaliśmy związków między testami trenerskimi i laboratoryjnymi u siatkarzy biorących udział w rozgrywkach Polskiej Ligi Siatkówki S.A.. Mając na względzie fakt, że w ostatnich latach ukazało się wiele prac, w których wykazywano różnice lub ich brak w cechach fizycznych u zawodników będących na różnych etapach szkolenia sportowego (kadeci, juniorzy, seniorzy) [7, 8, 9, 10], zaistniała potrzeba sprawdzenia:

Czy istnieją różnice w wynikach wyskoków CMJ i SPJ uzyskanymi w testach laboratoryjnych i trenerskich u juniorów uprawiających piłkę siatkową?

Celem pracy było porównanie rezultatów otrzymywanych w testach trenerskich (wyskok do bloku i wyskok do ataku) z wynikami testów laboratoryjnych (wyskok z miejsca poprzedzony zamachem - CMJ i wyskok z nabiegu do ataku – SPJ na platformie dynamometrycznej) u siatkarzy.

Material i metody

W badaniach, po uzyskaniu zgody Komisji Etyki Badań Naukowych Instytutu Sportu w Warszawie, udział wzięło 16 zawodników z Niepublicznego Liceum Ogólnokształcącego Szkoły Mistrzostwa Sportowego Polskiego Związku Piłki Siatkowej w Spale (NLO SMS PZPS Spala). Charakterystyka badanych: wiek $17,2 \pm 0,73$ lat, wysokość ciała $196,2 \pm 7,6$ cm, masa ciała $86,4 \pm 10,0$ kg, staż treningowy $7,8 \pm 1,6$ lat. Uczestnicy byli poinformowani o celu badań i metodyce postępowania oraz możliwości rezygnacji z udziału w eksperymencie na dowolnym etapie realizacji badań. Badani wyrazili pisemną zgodę na udział w eksperymencie.

Test laboratoryjny

Pomiar mocy kończyn dolnych i wysokości uniesienia środka masy ciała podczas wyskoku z miejsca poprzedzonego zamachem (CMJ – counter-movement jump) i wyskoku z nabiegu do ataku (SPJ – spike jump) odbywał się na platformie dynamometrycznej („JBA” Zbigniew Staniak, Polska). Z zarejestrowanej siły reakcji podłoża wyliczono moc maksymalną (P_{max}) i maksymalną wysokość uniesienia środka masy ciała (h) używając modelu, w którym układ masy ciała człowieka odbijającego się pionowo od platformy tensometrycznej zredukowany jest do punktu materialnego, na który działają składowe pionowe siły zewnętrznych: siła ciężkości ciała i siła reakcji platformy [7]. Zawodnicy wykonywali test składający się z 3 wyskoków typu CMJ (wyskok pionowy z miejsca z pozycji wyprostowanej poprzedzony ruchem ciała w dół – counter-movement jump) z pięciosekundową przerwą między wyskokami oraz 3 pojedynczych wyskoków do ataku z nabiegu na platformę, z zamachem kończynami górnymi i z obniżeniem środka masy ciała przed odbiciem (SPJ – spike jump) przedzielonych jednogminutową przerwą. Celem każdego skoku było – wyskoczyć jak najwyżej.

Test trenerski

Przed wykonaniem wyskoków dokonywano pomiaru zasięgu kończyn górnych w pozycji stojąc w miejscu. Następnie zawodnik podchodził do przyrządu listkowego, który jest przystosowany do pomiaru zasięgu wyskoku do ataku (jednorącz). Zawodnik z odległości około 3-4 metrów wykonywał nabieg siatkarski do ataku i starał się przesunąć na jak najwyższej wysokości listki na przyrządzie. W drugim etapie tego testu zawodnik stawał ok. 20-30 cm

przed przyrządem i wyskakując z miejsca do góry starał się oburącz przesunąć jak najwyższy listek. Odejmując od zasięgu w wyskoku zasięg w pozycji stojącej z miejsca uzyskano wynik pomiaru skoku dosiężnego. Wysokość wyskoku mierzono z dokładnością do 0,01 m.

Opracowanie statystyczne

Do porównania wyników badań testów trenerskich z pomiarami laboratoryjnymi użyto analizy wariancji ANOVA w układzie z powtarzanymi pomiarami. Istotność różnic między średnimi oceniano post hoc – testem Scheffe’go. Wielkość efektu (ES) dla testu ANOVA oceniono obliczając η^2 i interpretowano w następujący sposób: $0,01 \leq \eta^2 < 0,06$ mały, $0,06 \leq \eta^2 < 0,14$ średni i $\eta^2 \geq 0,14$ duży [11]. W celu poszukiwania związków między wielkościami obliczono współczynniki korelacji Pearsona. Za istotny przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Wszystkie obliczenia wykonano programem STATISTICA™ (v. 10.0, StatSoft, USA).

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono rezultaty otrzymane w testach laboratoryjnych a w tabeli 2 wyniki testów trenerskich. Rezultaty uzyskane w teście trenerskim - wyskok do ataku ($F_{1,15} = 84,541$, $p = 0,0000001$, $\eta^2 = 0,849308$) i różnica między wysokościami uzyskanymi w wyskoku z miejsca i do ataku ($F_{1,15} = 201,2856$, $p = 0,0000001$, $\eta^2 = 0,930647$) są istotnie wyższe od wyników otrzymanych w pomiarach laboratoryjnych.

Table 1. Mean values (\pm SD) of the results obtained in laboratory test – counter-movement jump (CMJ) and spike jump (SPJ)

h_{CMJ} [cm]	H_{SPJ} [cm]	R [cm]	P_{CMJ} [W/kg]	P_{SPJ} [W/kg]
47.9 \pm 4.0	60.8 \pm 5.7*	12.9 \pm 3.3*	3148.3 \pm 335.1	4773.7 \pm 545.4

Legend: h_{CMJ} – height of rise of the body’s centre of mass during CMJ, h_{SPJ} – height of rise of the body’s centre of mass during SPJ, R – differences between h_{CMJ} and h_{SPJ} , P_{CMJ} – relative maximal power output during CMJ, P_{SPJ} – relative maximal power output during SPJ; * - laboratory test significantly different from coaching test, $p < 0.05$.

Table 2. Mean values (\pm SD) of the results obtained in coaching test – block jump and spike

Z_M [cm]	Z_B [cm]	Z_A [cm]	h_B [cm]	h_A [cm]	R [cm]
264.6 \pm 10.8	312.2 \pm 8.2	336.9 \pm 9.4	47.6 \pm 5.2	72.4 \pm 7.6*	24.8 \pm 3.4*

Legend: Z_M – grasp of space, Z_B – grasp of jump to the block, Z_A – grasp of spike jump, h_B – height of block jump ($h_B = Z_B - Z_M$), h_A – height of spike jump ($h_A = Z_A - Z_M$), R – differences between h_A and h_B ; * - coaching test significantly different from laboratory test, $p < 0.05$.

W tabeli 3 zamieszczono współczynniki korelacji liniowej między wysokością uniesienia środka masy ciała, mocą rozwijaną w wyskokach CMJ i SPJ (testy laboratoryjne), a zasięgiem z miejsca, zasięgiem w wyskoku do bloku i ataku oraz wysokością w wyskoku do bloku i ataku

uzyskane w teście trenerskim. Nie znaleziono związku między zasięgiem z miejsca a wielkościami mierzonymi w testach laboratoryjnych. Zasięg w wyskoku do bloku nie korelował z wysokością uniesienia środka masy ciała i mocą maksymalną w wyskoku CMJ podczas gdy zasięg w wyskoku do ataku korelował z mocą maksymalną w wyskoku SPJ. W obu przypadkach nie znaleziono związku między zasięgiem w wyskokach a wysokością uniesienia środka masy ciała wyskoku CMJ i SPJ. Istotny związek znaleziono między wysokością wyskoku do obrony (test trenerski) a wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku CMJ oraz wysokością wyskoku do ataku a wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku SPJ.

Table 3. The Pearson's linear correlation coefficients between variables measured in coaching and laboratory tests

Variables	h_{CMJ}	P_{CMJ}	H_{SPJ}	P_{SPJ}	Variables
Z_M	-0.213	0.447	-0.100	0.320	Z_M
Z_B	0.169	0.455	0.493	0.509*	Z_A
h_B	0.710*	-0.218	0.751*	0.176	h_A
h_{CMJ}	1	0.331	1	0.614*	H_{SPJ}

Legend: P_{CMJ} – relative maximal power output during CMJ, P_{SPJ} – relative maximal power output during SPJ, h_{CMJ} – height of rise of the body's centre of mass during CMJ, h_{SPJ} – height of rise of the body's centre of mass during SPJ, Z_M – grasp of space, Z_B – grasp of jump to the block, Z_A – grasp of spike jump, h_B – height of block jump ($h_B = Z_B - Z_M$), h_A – height of spike jump ($h_A = Z_A - Z_M$); * - $p < 0.05$.

Dyskusja

W piśmiennictwie jest wiele prac, w których opisano istnienie związku lub jego brak między wysokością wyskoku a rozwijaną mocą [5, 12, 13]. W naszej pracy nie znaleziono związku między wysokością wyskoku a mocą maksymalną rozwijaną w wyskoku CMJ i SPJ. Stoi to w sprzeczności z wynikami pracy Buśko i wsp. [6], w której stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy mocą rozwijaną w wyskokach na platformie, a wysokością uniesienia środka masy ciała zarówno dla wyskoku wykonywanego z miejsca (CMJ, $r = 0,581$) jak i dla wyskoku do ataku (SPJ, $r = 0,709$). W naszych badaniach siatkarze osiągnęli istotnie wyższe rezultaty w wyskoku do ataku w teście trenerskim, aniżeli w wyskoku SPJ na platformie dynamometrycznej. Jest to zgodne z wynikami pracy Buśko i wsp. [6]. Analiza porównawcza wyników uzyskanych w testach trenerskich i laboratoryjnych pokazała, że testy trenerskie istotnie zawyżają rezultaty w wyskoku wykonywanym z nabiegu (SPJ). Może to wynikać z dokładności metod pomiaru. W pracy Fidelusa i wsp. [14] wykazano, że podczas wyskoku w 94% przypadków odczyt ręki z filmu był większy od odczytu na tablicy. W pracy Bartosiewicza

i Wita [5] w 73% przypadków wysokość uniesienia środka masy ciała była niższa o 5 cm od zasięgu ręki odczytanego ze śladu na tablicy. Na platformie wysokość uniesienia środka masy ciała obliczana jest z sił reakcji podłoża. W wysoku dosiężnym miarą jest różnica między wysokością dosiężną (znak palcami na tablicy przed wyskokiem), a tzw. doskoczną (znak w chwili osiągnięcia – w odczuciu skaczącego – maksymalnego położenia w fazie lotu). W naszych badaniach różnica pomiędzy testami trenerskimi i laboratoryjnymi wyniosła dla wyskoku z miejsca 12,9 cm i nabiegu 24,8 cm. Były to wartości o wiele większe od uzyskanych u seniorów (wyskok z miejsca 9,3 cm i nabiegu 17,3 cm) [6]. Zasięg w wysoku do bloku i ataku jest wielkością powszechną podawaną w charakterystykach zawodników. W tych pomiarach, podobnie jak we wcześniejszych badaniach na seniorach [6], nie znaleziono związku między zasięgiem w wysoku do bloku a mocą maksymalną rozwijaną w wysoku CMJ oraz między zasięgiem w wysoku do bloku i ataku a wysokością uniesienia środka masy ciała w wysoku CMJ i SPJ. Brak zależności między zasięgiem w wysoku a wysokością wyskoku może wskazywać na to, że zasięg nie powinien być brany pod uwagę do analizy w ocenie sprawności motorycznej siatkarzy.

Wnioski

Uzyskane rezultaty pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wysokość uzyskana w testach trenerskich w wysoku SPJ różniła się istotnie od rezultatów testów laboratoryjnych. W przypadku wyskoku CMJ różnica była nieistotna statystycznie.
2. Zasięg w wysoku do bloku nie korelował z wysokością uniesienia środka masy ciała i mocą maksymalną w wysoku CMJ podczas gdy zasięg w wysoku do ataku korelował z mocą maksymalną w wysoku SPJ.
3. Istotny związek znaleziono między wysokością wyskoku rozwijaną w testach trenerskich a wysokością uniesienia środka masy ciała osiąganą w testach laboratoryjnych.
4. Wydaję się, że otrzymane wyniki wskazują, iż jedynie wyskok z miejsca (test trenerski) zapewnia porównywalne wyniki z testami laboratoryjnymi.

Reference:

1. Chamari K, Ahmaidi S, Blum et al. Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85: 191-194.
2. Driss T, Vandewalle H, Monod H Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. Correlation with the vertical jump test. *J Sports Med Phys Fitness* 1998; 38(4): 286-293.

3. Smith DJ, Roberts D, Watson B Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci* 1992; 10(2): 131-138.
4. Viitasalo JT, Rusko H, Pajala O et al. Endurance requirements in volleyball. *Can J Appl Sports Sci* 1987; 12: 194-201.
5. Bartosiewicz G Wit A Skoczność czy moc? *Sport Wyczynowy* 1985; 6: 6-14.
6. Buśko K, Szulc A, Kołodziejczyk M Comparison of the height of jump and maximal power of the lower limbs using coaching and laboratory tests in volleyball. *Journal of Health Sciences* 2014; 4(13): 201-206.
7. Buśko K, Michalski R, Mazur J i wsp. Jumping abilities in female elite volleyball players: comparative analysis among age categories. *Biol Sport* 2012; 29(4): 317-319.
8. Buśko K Jumping abilities and power-velocity relationship in judo athletes: Comparative analysis among ages. *Human Movement* 2015; 16(2): 78-82.
9. Franchini E, Huertas JR, Sterkowicz S et al., Antropometrical profile of elite Spanish judoka: Comparative analysis among ages. *Arch Budo* 2011; 7 (4): 239–245.
10. Pocecco E, Faulhaber M, Franchini E et al. Aerobic power in child, cadet and senior judo athletes. *Biol Sport* 2012; 29(3): 217–222.
11. Cohen J Statistical power analysis for the behavioral sciences. Academic press 2013.
12. Buśko K An attempt at the evaluation of the lower extremities power during a vertical jump on a dynamometric platform. *Biol Sport* 1988; 5: 219-225.
13. Hertogh C i Hue O Jump evaluation of elite volleyball players using two methods: jump power equations and force platform. *J Sports Med Phys Fitness* 2002; 42: 300-303.
14. Fidelus K, Mastalerz A, Tokarski T Spadek mocy w czasie ćwiczeń na równi pochyłej, ergometrze rowerowym i platformie dynamometrycznej. *Monografie AWF Poznań* 1996; Nr. 330: 146-151.