

Buśko Krzysztof, Szulc Adam, Kołodziejczyk Michał. 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. ISSN 1429-9623 / 2300-665X.

<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/article/view/2014%3B4%2813%29%3A201-206>

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2014%3B4%2813%29%3A201-206>

<https://pbn.nauka.gov.pl/works/520912>

DOI: 10.5281/zenodo.13869

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13869>

The former journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1107. (17.12.2013).

© The Author (s) 2014;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of 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.

Conflict of Interest: None declared. Received: 10.09.2014. Revised 15.09.2014. Accepted: 04.11.2014.

Comparison of the height of jump and maximal power of the lower limbs using coaching and laboratory tests in volleyball players

Krzysztof Buśko¹, Adam Szulc², Michał Kołodziejczyk²

¹ Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu, Warszawa

² Instytut Kultury Fizycznej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

¹ Department of Biomechanics, Institute of Sport, Warsaw, Poland

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

Buśko Krzysztof, dr hab. prof. nadzw.

Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu, Warszawa, 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 29 players taking part in the competition Polish Volleyball League SA. Characteristics of participants: age 27.3 ± 3.8 years, body height 197.2 ± 6.7 cm, body mass 91.6 ± 8.9 kg, training experience of 7.5 ± 3.5 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 61.5 ± 8.8 cm, height in spike jump 81.1 ± 10.3 cm, and laboratory test: the height of rise of the body's centre of mass in the CMJ 52.2 ± 5.4 cm and SPJ 63.8 ± 8.0 cm. Significant relationship were found between maximal power output in CMJ, SPJ

performed on force plate and height of jump obtained during laboratory and coaching tests. In conclusion, height of jumps measured in coaching test significantly differ from the height of rise of the body's centre of mass measured in jumps on force plate (laboratory tests). Significant relationship were found between maximal power output in CMJ, SPJ performed on force plate and height of jump obtained during laboratory and coaching tests. No relationship were found between the one's grasp measured in jump of coaching test and the power output obtained in CMJ, SPJ (laboratory test).

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

Wstęp

Wyskok dosiężny jest często używany do kontroli efektów treningu w różnych dyscyplinach i konkurencjach. W testach trenerskich wykonuje się wyskok Sargenta jako test mocy i skoczności. W warunkach laboratoryjnych wykonuje się różnego typu wyskoki na platformie dynamometrycznej. Siatkówka jest dyscypliną, w której powszechnie wykorzystuje się testy laboratoryjne i trenerskie. Bartosiewicz i Wit [1] wykazali, że nie powinno się utożsamiać mocy i skoczności. Zdaniem tych autorów nie występuje fizyczna i statystyczna podstawa do twierdzenia, że skok dosiężny może być „obiektywnym testem mocy” [1]. W przypadku przeprowadzania testów trenerskich oceniających skoczność i moc zawodników w drużynie siatkarskiej możemy wymienić wyskoki z miejsca i nabiegu tzw. wyskok do bloku i ataku. Uzyskany wynik mówi nam pośrednio o mocy (sile) mięśni kończyn dolnych ćwiczącego. Jednakże trzeba tu zaznaczyć, że zawodnik mający lepszą technikę nabiegu czy też wyskoku może osiągnąć lepsze rezultaty. Obecnie niektóre testy trenerskie mają swoje odpowiedniki w testach laboratoryjnych. Często przeprowadza się pomiary możliwości fizycznych zawodnika obydwoma sposobami. Można wtedy lepiej dostosować obciążenia treningowe, na bieżąco kontrolować ćwiczenia testowe oraz co bardzo ważne, poszukiwać związku między wynikami tych dwóch rodzajów pomiarów.

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 29 zawodników biorących udział w rozgrywkach Polskiej Ligi Siatkówki S.A.. Charakterystyka badanych zawodników: wiek $27,3 \pm 3,8$ lata, wysokość ciała $197,2 \pm 6,7$ cm, masa ciała $91,6 \pm 8,9$ kg, staż $7,5 \pm 3,5$ lata. 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) [2]. Z zarejestrowanej siły reakcji podłoża wyliczono moc maksymalną (P_{max}) i maksymalną wysokość uniesienia środka masy ciała (h) [3]. 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 z nabiegu do ataku (SPJ – spike jump) przedzielonych jednogminutową przerwą. Celem każdego skoku było – wyskoczyć jak najwyżej.

Test trenerski

Przed rozpoczęciem testu, przy pomocy taśmy mierniczej wyznaczono na ścianie skalę. Następnie zmierzono wysokość na jaką może sięgnąć zawodnik w pozycji stojąc bez odrywania stóp od podłoża (pozycja bokiem do ściany). Każdy badany wykonał 3 maksymalne wyskoki pionowe z miejsca tzw. wyskok do bloku (odpowiednik wyskoku CMJ) i trzy z nabiegu tzw. wyskok do ataku (odpowiednik wyskoku SPJ). Od największej wysokości jaką uzyskał badany w wyskoku odejmowano tzw. „zasięg” czyli wysokość w pozycji stojąc. W ten sposób obliczono wysokość wyskoku. 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. 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 testach trenerskich 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)

Lp.	h_{CMJ} [cm]	H_{SPJ} [cm]	R [cm]	P_{CMJ} [W/kg]	P_{SPJ} [W/kg]
	52.2*	63.8*	11.7*	40.7	59.4
	5.4	8.0	5.4	5.5	7.6

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

Lp.	Z _M [cm]	Z _B [cm]	Z _A [cm]	h _B [cm]	h _A [cm]	R [cm]
	258.4	319.9	339.5	61.5*	81.1*	19.6*
	9.6	9.6	11.5	8.8	10.3	4.4

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 w wyskoku CMJ podczas gdy zasięg w wyskoku do ataku korelował z wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku SPJ. W obu przypadkach nie znaleziono związku między zasięgiem w wyskokach a mocą rozwijaną w wyskokach CMJ i SPJ. Istotny związek znaleziono między wysokością wyskoku do obrony a wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku CMJ i mocą rozwijaną w wyskoku CMJ. Istotny związek znaleziono między wysokością wyskoku do ataku a wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku SPJ i mocą rozwijaną w wyskoku SPJ. Również wysokości uniesienia środka masy ciała w wyskoku CMJ i SPJ istotnie korelowały z mocą rozwijaną w wyskoku CMJ i 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	-0.085	-0.216	-0.158	-0.330	Z _M
Z _B	0.326	0.266	0.382*	0.247	Z _A
h _B	0.452*	0.527*	0.575*	0.584*	h _A
h _{CMJ}	1	0.581*	1	0.709*	h _B CMJ

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 [1, 2, 4, 5]. Szereg autorów opracowało równania do obliczania mocy z zależności uwzględniającej wysokość wyskoku i masę ciała [5-8]. Johnson i Bahamonde [9] przedstawili własny wzór na obliczanie mocy maksymalnej i średniej. Wprowadzili oni dodatkową zmienną objaśniającą - wysokość ciała, która oprócz masy ciała i wysokości wyskoku miała determinować moc osiąganą podczas odbicia. Model regresji zawierający jedynie masę ciała oraz wysokość wyskoku jako zmienne objaśniające wydaje się dość popularny wśród badaczy. Bartosiewicz i Wit [1] stwierdzili, że jedynie dla osób których wyskok jest elementem specjalistycznym

możemy zauważyć korelację pomiędzy badanymi zmiennymi. W naszej pracy 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, $r = 0,709$). Również istotny związek znaleziono między mocą rozwijaną podczas wyskoków na platformie, a skocznością mierzoną testami trenerskimi.

W naszych badaniach, mimo nieuwzględnienia masy ciała, znaleziono związek między wysokością wyskoku uzyskaną w testach trenerskich a wysokością uniesienia środka masy i mocą rozwijaną w wyskoku do obrony i w wyskoku do ataku wykonywanych na platformie dynamometrycznej. Analiza porównawcza wyników uzyskanych w testach trenerskich i laboratoryjnych pokazała, że testy trenerskie istotnie zawyżają rezultaty. W tych badaniach siatkarze osiągnęli lepsze rezultaty w wyskokach do bloku i ataku w teście trenerskim, aniżeli w wyskokach CMJ i SPJ na platformie dynamometrycznej. Fidelus i wsp. [10] stwierdzili że podczas wyskoku w 94% przypadków odczyt ręki z filmu był większy od odczytu na tablicy. W 73% przypadków wysokość uniesienia środka masy ciała była niższa o 5 cm od zasięgu ręki odczytanego ze śladu na tablicy [1]. Stąd między wynikami testów mogą występować różnice wynikające, przede wszystkim, z dokładności przeprowadzanego pomiaru. Na platformie wysokość uniesienia środka masy ciała obliczana jest z sił reakcji podłoża. W wyskoku 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 9,3 cm a nabiegu 17,3 cm. Zasięg w wyskoku do bloku i ataku jest wielkością powszechną podawaną w charakterystykach zawodników. W tych pomiarach nie znaleziono związku między zasięgiem w wyskoku do bloku i wyskoku do ataku, a mocą maksymalną rozwijaną w wyskoku CMJ i SPJ oraz między zasięgiem w wyskoku do bloku i wysokością uniesienia środka masy ciała w wyskoku CMJ. Brak zależności między mocą, a zasięgiem 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. Skoczność mierzona testami trenerskimi różniła się istotnie od wysokości uniesienia środka masy ciała mierzonej w wyskokach na platformie dynamometrycznej (testy trenerskie).
2. Znaleziono istotny związek między skocznością mierzoną w testach trenerskich i wysokością uniesienia środka masy ciała, a mocą maksymalną rozwijaną podczas wyskoków na platformie dynamometrycznej.
3. Nie znaleziono związku między zasięgiem, a mocą maksymalną mierzoną w wyskokach na platformie.
4. Wydaje się, że otrzymane wyniki wskazują, iż testy trenerskie mogą być testami mocy pod warunkiem brania do analizy wysokości wyskoku a nie zasięgu w wyskoku.

References

1. Bartosiewicz G, Wit A. Skoczność czy moc? Sport Wyczynowy 1985; 6: 6-14.
2. Buśko K. Analiza wpływu programów treningu o różnej strukturze intensywności na siłę i moc maksymalną mięśni kończyn dolnych człowieka. Studia i monografie nr 109, Wydawnictwo AWF Warszawa 2006.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Fox E L, Mathews DK. Interval training. conditioning for sports and general fitness. Saunders, Philadelphia 1974.
7. Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN i wsp. Estimation of human power output from maximal vertical jump. J Strength Cond Res 1991; 5(3): 116-120.
8. Sayers S, Harackiewicz DV, Harman EA i wsp. Cross-validation of three jump power equations. Med Sci Sports Exerc 1999; 31(4): 572-577.
9. Johnson DL, Bahamonde R. Power output estimate in university athletes. J Strength Cond Res 1996; 10(3): 161-166.
10. 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.