

Mazur–Różycka Joanna. Comparison of biomechanical parameters obtained during various types of vertical jumps in volleyball and basketball players. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(7):304-310. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.829885> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4616>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Authors 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, 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/4.0/>) 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/4.0/>) 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: 01.07.2017. Revised: 02.07.2017. Accepted: 15.07.2017.

Porównanie parametrów biomechanicznych uzyskanych podczas różnego rodzaju wyskoków pionowych u zawodników trenujących piłkę siatkową i koszykówkę

Comparison of biomechanical parameters obtained during various types of vertical jumps in volleyball and basketball players

Mazur–Różycka Joanna

**Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
Department of Biomechanics, Institute of Sport - National Research Institute, Warsaw,
Poland**

Adres do korespondencji:

Mazur–Różycka Joanna, dr

**Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu, Warszawa – Państwowy Instytut Badawczy,
Trylogii 2/16, 01-982 Warszawa**

Tel. 22 8340812

joanna.mazur@insp.waw.pl

Słowa kluczowe: platforma dynamometryczna - wyskok pionowy – biomechanika

Keywords: dynamometric platform – vertical jump - biomechanics

Streszczenie

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów biomechanicznych uzyskanych podczas różnego rodzaju wyskoków pionowych wykonanych przez siatkarzy i koszykarzy na platformie dynamometrycznej. W badaniu wzięło udział 10 siatkarzy i 10 koszykarzy w wieku $21,1 \pm 1,81$ lat AZS AWF Warszawa. Badani wykonali po dwa wyskoki pionowe na platformie dynamometrycznej KISTLER. Pierwszym wyskokiem był wyskok obunóż z zamachem kończynami górnymi (CMJ), a drugim wyskok obunóż z rozbiegu (SPJ). Na podstawie analizy statystycznej wykazano, że jedynym czynnikiem istotnie wpływającym na

uzyskiwane parametry wysokości wyskoku oraz rozwijanej mocy był rodzaj wyskoku. Rodzaj uprawianej gry zespołowej nie wpływał na poziom osiąganych wyników. Ponadto stwierdzono, iż na wysokość wyskoku wpływa zamach kończynami górnymi i rozbieg. Zawodnicy uprawiający piłkę siatkową i koszykówkę w równym stopniu uzyskiwali wyższe wartości określonych parametrów w kolejno wykonywanych wyskokach. Ze względu na brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupami, podczas analizy korelacji, wyniki obu grup zostały połączone. Dla obu wyskoków stwierdzono zależność między mocą maksymalną i wysokością wyskoku na poziomie istotności $p < 0,001$. Platforma dynamometryczna jest narzędziem pozwalającym na sprawdzenie poziomu skoczności i mocy kończyn dolnych zawodników różnych dyscyplin sportowych. Metoda ta pozwala na sprawdzenie skuteczności prowadzonych treningów o różnym charakterze.

Abstract

The aim of the study was to compare selected biomechanical parameters obtained during various types of vertical jumps made by volleyball and basketball players on a dynamometric platform. The study involved 10 volleyball players and 10 basketball players in the age of 21.1 ± 1.81 years of the AZS AWF Warsaw sport club. The athletes performed two vertical jumps on a KISTLER platform. The first jump was a counter-movement jump (CMJ) and the second was a spike jump (SPJ) – a vertical jump which is performed with a 3-4 step run-up before the take-off. The participant's task was to take off and land on the platform.

On the basis of the statistical analysis it was shown that only the type of jump had a significant effect on the height and power. The type of team sport did not affect the level of performance. In addition, it was found that the height of the jump is affected by the counter movement phase with hand swing and run-up. The volleyball and basketball players were equally able to get higher values for certain parameters in successive runs. Due to lack of statistically significant differences it was decided to combine two groups of athletes into one. For both jumps, the relationship between peak power and jump height was found at significance level $p < 0.001$. Dynamometric platform can be used to check the athlete's height of jump and power of lower extremities. This method allows to verify the effectiveness of different types of training.

Wprowadzenie

Skoczność w ujęciu Bobera [5] obejmuje zbiór cech motorycznych, który jest zgodny dla każdego rodzaju skoku, gdyż decyduje o skuteczności odbicia. Jednak na pełen rezultat skoku może wpływać jeszcze wiele czynników np. rozbieg bądź technika wykonania skoku.

Warto pamiętać, że każda dyscyplina sportu charakteryzuje się inną techniką wykonania wyskoku, która łączy się z umiejętnościami ruchowymi. Ponieważ poprawne wykonanie wyskoku wiąże się z równomiernym rozwinięciem zdolności koordynacyjnych i kondycyjnych niektórzy autorzy uważają, że poziom skoczności mówi o możliwościach motorycznych człowieka [14].

W naukach przyrodniczych, do jakich zalicza się biomechanika, skoczność analizuje i oblicza się na podstawie przebiegu siły reakcji podłoża, dzięki czemu możliwa jest rejestracja i analiza wielu parametrów. Zaliczamy do nich m.in. wysokość wyskoku, głębokość zamachu, prędkość odbicia oraz moc maksymalną.

Istnieje wiele prac dotyczących korelacji mocy średniej z parametrami antropometrycznymi i pozostałymi parametrami biomechanicznymi [11,13,17]. Autorzy próbują wyjaśnić, zależność pomiędzy parametrami mechanicznymi uzyskanymi podczas wyskoku, a czynnikami fizjologicznymi i neurofizjologicznymi [1,11]. Poruszana jest także problematyka wpływu różnych sposobów wykonania wyskoku na osiągnięte wartości parametrów mechanicznych [2,9]. Często badano wpływ zamachu kończyn górnych na osiągnięte rezultaty [4,6,7,11,12,16]. Zależność pomiędzy mocą maksymalną i wysokością wyskoku jest problemem poruszonym w wielu pracach [2,3,4,8].

Cel pracy

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów biomechanicznych uzyskanych podczas różnego rodzaju wyskoków pionowych wykonanych przez siatkarzy i koszykarzy na platformie dynamometrycznej.

Material i metody

W badaniach wzięło udział 10 koszykarzy (wiek $21,6 \pm 1,9$ lat; masa ciała $81,1 \pm 7,5$ kg; wysokość ciała $185,1 \pm 8,9$ cm) oraz 10 siatkarzy (wiek $20,5 \pm 1,5$ lat, masa ciała $79,3 \pm 5,9$ kg; wysokość ciała $186,5 \pm 4,3$ cm) klubu AZS AWF Warszawa. Ponadto zawodnicy reprezentowali AZS AWF Warszawa przynajmniej od roku. Treningi zarówno koszykarzy jak i siatkarzy odbywały się dwa razy w tygodniu. Zawodnicy obu drużyn raz w tygodniu rozgrywali mecze ligowe.

Badania odbyły się w Centralnym Laboratorium Badawczym Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie. Osoby badane, po rozgrzewce ogólnej i specjalistycznej, wykonały po dwa rodzaje wyskoków pionowych na platformie dynamometrycznej KISTLER. Każdy wyskok został wykonany dwukrotnie. Do dalszej analizy wykorzystano po jednym wyskoku z każdej próby, w którym badany osiągnął maksymalną wysokość. Pierwszym wyskokiem był wyskok obunóż z zamachem kończynami górnymi (CMJ), a drugim wyskok obunóż z rozbiegu (SPJ).

Analizę statystyczną wyników badań wykonano przy pomocy programu STATISTICA. Do porównania parametrów uzyskanych podczas poszczególnych wyskoków, przez siatkarzy i koszykarzy, użyto dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Analizę zależności pomiędzy parametrami wykonano przy pomocy korelacji Pearsona.

Wyniki

Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1-3. Porównania parametrów uzyskanych podczas wykonania różnych rodzajów wyskoków dokonano wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA. Analizowano takie parametry mechaniczne jak moc maksymalna (P_{\max}) i średnia (P_{sr}), wysokość wyskoku (h_{sc}), prędkość maksymalna (v) oraz głębokość zamachu (g_{zam}).

Tabela 1. Wartości uzyskanych parametrów biomechanicznych (moc maksymalna (P_{\max}), moc średnia (P_{sr}), wysokość wyskoku (h_{sc}), prędkość maksymalna (v), głębokość zamachu (g_{zam})) podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi (CMJ) oraz wyskoku z rozbiegu (SPJ)

	Siatkarze		Koszykarze	
	CMJ	SPJ	CMJ	SPJ
P_{\max} [W]	3260 ± 642,44	4742,8 ± 942,39	3212,3 ± 656,31	4356,3 ± 756,12
P_{sr} [W]	1389,7 ± 361,74	2551,6 ± 558,09	1516,4 ± 300,31	2353,1 ± 440,73
v_{\max} [m/s ²]	3,212 ± 0,19	3,49 ± 0,26	3,158 ± 0,18	3,43 ± 0,19
h_{sc} [m]	0,53 ± 0,06	0,62 ± 0,09	0,51 ± 0,06	0,60 ± 0,06
g_{zam} [m]	-0,48 ± 0,05	-0,36 ± 0,03	-0,44 ± 0,05	-0,39 ± 0,06

Podczas analizy nie wykazano wpływu dwu czynników na uzyskiwane wartości badanych parametrów. Na wszystkie analizowane parametry miał wpływ rodzaj wyskoku. Oznacza to, że w tym przypadku rodzaj uprawianej gry zespołowej, nie wpływa na uzyskiwane rezultaty. Zawodnicy trenujący piłkę siatkową i koszykówkę w równym stopniu uzyskiwali wyższe wartości określonych parametrów (P_{\max} , P_{sr} , h_{sc} , v , g_{zam}) w kolejno wykonywanych wyskokach. Dlatego też podczas analizy korelacji, wyniki obu grup zostały połączone. Do analizy korelacji parametrów wyskoku wybrano moc maksymalną, moc średnią, wysokość wyskoku i głębokość zamachu.

Tabela 2. Wartości współczynnika korelacji podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi (CMJ); P_{\max} - moc maksymalna, P_{sr} - moc średnia, h_{sc} - wysokość wyskoku, v - prędkość maksymalna, g_{zam} - głębokość zamachu

	P_{\max} [W]	P_{sr} [W]	h_{sc} [m]
P_{\max} [W]			
P_{sr} [W]	0,806 ***		
h_{sc} [m]	0,768 ***	0,726 ***	
g_{zam} [m]	0,246	0,515 *	-0,016

* znamienne <0,5***, znamienne <0,001

Tabela 3. Wartości współczynnika korelacji podczas wyskoku z rozbiegu (SPJ), P_{\max} - moc maksymalna, P_{sr} - moc średnia, h_{sc} - wysokość wyskoku, v - prędkość maksymalna, g_{zam} - głębokość zamachu

	P_{\max} [W]	P_{sr} [W]	h_{sc} [m]
P_{\max} [W]			
P_{sr} [W]	0,949 ***		
h_{sc} [m]	0,931 ***	0,894 ***	
g_{zam} [m]	0,003	0,071	-0,212

***znamienne <0,001

Dyskusja

W piśmiennictwie najczęściej brany pod uwagę parametrami była moc maksymalna i wysokość uniesienia środka masy ciała uzyskana podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi [2,8,15]. Wyniki mocy maksymalnej badanych w niniejszej pracy siatkarzy (3260 W) i koszykarzy (3212 W) podczas wyskoku CMJ były porównywalne z wynikami uzyskanymi w pracy Buśko i wsp.[8]. Zawodnicy kadry koszykarzy cytowanej pracy uzyskali wartości mocy maksymalnej na poziomie 3298 W. Natomiast zawodnicy w niniejszej pracy uzyskali zdecydowanie lepsze rezultaty P_{\max} od zawodników szermierki, boksu, tenisa ziemnego oraz łyżwiarstwa szybkiego (2494 W) biorących udział w badaniach Trzaskomy i Lipińskiego [15]. W artykule Bartosiewicza i wsp. [2] zawodnicy judo (2374 W) i floreciści (2084 W) uzyskali niższe wartości mocy maksymalnej niż zawodnicy badani w niniejszej pracy. Wartości mocy maksymalnej uzyskanej przez zawodników kadry narodowej siatkówki w badaniach Bartosiewicza i Wita [4] znajdują się w przedziale 2975 – 4320 W, i są wyższe od rezultatów uzyskanych przez zawodników zarówno piłki siatkowej (2389 - 4111 W) jak i koszykówki (2127 – 3896 W) biorących udział w badaniach pracy własnej. W eksperymencie Bartosiewicza i wsp. [2] uczestniczyli zawodnicy trenujący podnoszenia ciężarów. Wartość P_{\max} jednego z zawodników wyniosła aż 6970 W, natomiast w badaniach własnych najlepszy rezultat osiągnął zawodnik siatkarzy z wynikiem 4111 W.

Kolejnym parametrem charakteryzującym skoczność i wielokrotnie analizowanym była wysokość wyskoku (h_{sc}) [4,8].. W niniejszych badaniach najwyższą wartość h_{sc} podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi osiągnął zawodnik siatkarzy (0,629 m). Wśród koszykarzy najwyższy wynik wyniósł 0,584 m. W badaniach Bartosiewicza i wsp. [2] najlepszy wynik wysokości wyskoku osiągnął również zawodnik piłki siatkowej uzyskując rezultat 0,77 m. Porównywalny wynik do siatkarza biorącego udział w badaniach własnych uzyskał zawodnik kadry narodowej siatkarzy [4] uzyskując wartość 0,639 m wysokości wyskoku. Średnia wartość h_{sc} w grupie koszykarzy wyniosła 0,51 m, natomiast siatkarzy 0,53 m. Znacznie niższe wyniki zarówno od jednej jak i drugiej drużyny uzyskali zawodnicy koszykówki w badaniach Buśko i wsp. [8]. Średnia wartość h_{sc} u tych zawodników wyniosła 0,481 m.

Potwierdzono, że rodzaj wyskoku, ale także sposób jego wykonania wpływa na efektywność wyskoku [2,9,13]. W niniejszej pracy wszyscy zawodnicy wykonywali dwa rodzaje wyskoków, które wymuszały technikę. Dzięki temu można było zaobserwować, który wyskok jest najbardziej efektywny. Podczas analizy wykazano, iż zawodnicy zarówno siatkówki jak i koszykówki najwyższe wartości wysokości wyskoku osiągnęli podczas próby z rozbiegu (SPJ).

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy parametrami uzyskiwanymi przez siatkarzy i koszykarzy. Stwierdzono, że rodzaj gry zespołowej nie wpływa na uzyskiwane rezultaty, wpływa na nie jedynie czynnik rodzaju wyskoku. Ma to również wpływ na osiągnięte wartości mocy maksymalnej. Aby uzyskać wyższe wartości mocy maksymalnej należy zmniejszyć poziom obniżenia środka masy ciała w fazie zamachu, co jednak będzie miało niekorzystny wpływ na wysokość wyskoku [2]. W pracy własnej nie zaobserwowano zależności pomiędzy głębokością zamachu a wysokością wyskoku czy mocą maksymalną.

Bardzo często poruszonym zagadnieniem w piśmiennictwie była zależność pomiędzy mocą maksymalną a wysokością wyskoku. W 1985 roku zostały przeprowadzone badania przez Bartosiewicza i Wita [4] nad siatkarzami, siatkarkami i judokami. Badacze zaobserwowali, że nie zachodzi korelacja pomiędzy mocą maksymalną i wysokością uniesienia środka masy ciała niezależnie od uprawianej dyscypliny, wieku, stanu fizycznego zawodnika a także płci, czemu zaprzeczyli rok później Bartosiewicz i wsp. [3] podczas badań nad szermierzami. W ich badaniach taka korelacja wystąpiła i była statystycznie istotna. Również zależność pomiędzy P_{\max} a h_{sc} wykazali Buśko i wsp. [8] podczas próby oceny cech fizycznych koszykarek kadry narodowej. Podczas badań Bartosiewicza i wsp. [2], w których uczestniczyli reprezentanci różnych dyscyplin sportowych dowiedziono, że nie zachodzi korelacja pomiędzy mocą maksymalną, a wysokością wyskoku podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi. Fidelus i wsp. [10] badania przeprowadzili na nietrenujących studentach AWF. Ich badania dotyczyły serii wyskoków. Również w tym przypadku nie zaobserwowano zależności pomiędzy P_{\max} a h_{sc} . W niniejszej pracy wykazano istotną statystycznie zależność pomiędzy mocą maksymalną a wysokością wyskoku na poziomie istotności $p < 0,001$. Zależność ta wystąpiła nie tylko podczas wyskoku z zamachem kończynami górnymi ($r = 0,768$), ale także podczas wyskoku z rozbiegu ($r=0,931$).

Podsumowując można stwierdzić, że na wyniki badanych parametrów wpływał jedynie czynnik rodzaju wyskoku, natomiast specyfika uprawianej dyscypliny nie odgrywała znaczącej roli. Na wysokość wyskoku wpływał ponadto wykonywany zamach kończynami górnymi i rozbieg. Zawodnicy uprawiający piłkę siatkową i koszykówkę w równym stopniu uzyskiwali wyższe wartości określonych parametrów wyskoku CMJ oraz SPJ. Technika wykonania dwóch zadanych wyskoków miała wpływ na uzyskiwane parametry.

Wnioski

Użycie platformy dynamometrycznej może służyć do sprawdzenia poziomu skoczności i mocy kończyn dolnych zawodników różnych dyscyplin sportowych. Metoda ta pozwala na sprawdzenie skuteczności prowadzonych treningów o różnym charakterze.

References

1. Aura O. Viitasalo JT. Biomechanical characteristics of jumping. *International Journal of Sport Biomechanics*. 1989; 5: 89 – 98.
2. Bartosiewicz G. Elias J. Viitasalo JT, Wit A. Pomiary mocy kończyn dolnych i tułowia oraz wysokość uniesienia środka masy ciała podczas wyskoku pionowego. W: Wit A. (red.) *Biomechaniczna ocena układu ruchu sportowca*. Instytut Sportu, Warszawa; 1992.
3. Bartosiewicz. Składanowska K. Trzaskoma Z. Próba oceny możliwości siłowo - szybkościowych szermierzy. *Sport Wyczynowy*. 1986; 5: 3 – 15.
4. Bartosiewicz G. Wit A. Skoczność czy moc? *Sport wyczynowy*. 1985; 6:6 – 14.
5. Bober T. Zagadnienie skoczności w świetle analizy biomechanicznej. *Rozprawy Naukowe WSWF, Wrocław*. 1964; 3: 61-112

6. Bober T. Siemieński A. Identyfikacja elementów techniki sportowej wpływających na wykorzystanie energii sprężystej. W: Bober T. Kornecki S. (red.) Biomechaniczne cechy aktywności motorycznej człowieka. Studia i Monografie AWF we Wrocławiu nr 29, Wrocław; 1992; 95 - 127.
7. Bosco C. Komi PV. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensors muscles. *European Journal of Applied Physiology*. 1980; 45: 209-219.
8. Buśko K. Ostrowska E. Urbanik Cz. Próba oceny cech fizycznych koszykarzy. W: Erdmann W.S. Morecki A. Zeyland- Malowska, (red.) Ogólnopolska Konferencja Biomechaniki materiały Gdańsk. 1990; 617 – 622.
9. Fidelus K. Gradowska T. Porównawcza ocena danych o wysoku dosiężnym. *Materiały szkoleniowe PKOL*; 1965; 5:56 – 61.
10. Fidelus K. Mastalerz A. Ostrowska E. Urbanik Cz. Wychowański M. Zmiana mocy i siły mięśniowej pod wpływem treningu skocznościowego. W: Dworak L.B (red.) *Materiały XIII Szkoły Biomechaniki, Monografie nr 330 Poznań*. 1996; 171 – 176.
11. Gajewski J. Janiak J. Eliaz J. Krawczyk B. Wit A. Ocena wybranych parametrów na moc maksymalną rozwijana podczas wysoku pionowego z miejsca. W: Dworak L.B (red.) *Materiały XIII Szkoły Biomechaniki, Monografie nr 330 Poznań*. 1996; 190 – 195.
12. Harley R.A. Doust JH. Effect of different degrees of knee flexion during continuous vertical jumping on power output using the Bosco formula. *Journal of Sports Science*. 1994; 2:139 – 140.
13. Janiak J. Eliaz J. Gajewski J. Maksymalna siła statyczna kończyn dolnych a parametry wysoku pionowego. *Biology of Sport*. 1997; 7: 65 – 69.
14. Kusy K. Skoczność i jej uwarunkowania. *Wychowanie fizyczne i sport*, PWN Warszawa. 2004; 1: 93 – 94.
15. Trzaskoma Z. Lipiński P. Maksymalna moc i maksymalna siła mięśni kończyn dolnych 16-18 letnich sportowców. *Biology of Sport*. 1997; 7:156-161.
16. Ulatowski T (red.) *Teoria i metodyka sportu*. Sport i Turystyka, Warszawa; 1981
17. Walsh MS. Waters JA. Bohm H. Potteiger JA. Gender bias in jumping kinetics in National Collegiate Athletic Association Division I basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 3:958 – 962.