

Cechy morfologiczne organizmu i sprawność siłowo-szybkościowa siatkarek występujących na wysokim poziomie sportowym

Morphological features and the strength-speed fitness of female volleyballers at a high sports level

Marcin Krawczyk, Mariusz Pocięcha, Paulina Kozioł, Aleksandra Stepek, Ryszard Guzy, Krzysztof Więcek, Krzysztof Rzepa

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, Instytut Ochrony Zdrowia
State Higher Vocational School in Tarnów, Institute of Health Sciences, Poland

Article history:

Otrzymano/Received: 03.09.2019

Przyjęto do druku/Accepted: 03.09.2019

03.09.2019

Opublikowano/Publication date:

Wrzesień 2019/September 2019

Streszczenie

Wstęp: Współczesna siatkówka wymaga od zawodników prezentowania wysokiego poziomu rozwoju możliwości siłowo-szybkościowych. Efektywność w tej dyscyplinie jest także istotnie determinowana poziomem rozwoju podstawowych cech budowy somatycznej, w tym przede wszystkim wysokością ciała oraz zasięgiem ramion. Głównym celem badań była ocena poziomu rozwoju najistotniejszych cech morfo-funkcjonalnych charakteryzujących siatkarki występujące na drugim poziomie krajowych rozgrywek ligowych na tle kobiet nietreningujących.

Materiał i metody: W badaniach wzięło udział 13 zawodniczek reprezentujących I-ligowy klub siatkarski. Grupę kontrolną stanowiło 11 kobiet nietreningujących żadnej formy sportu. Przeprowadzono pomiary podstawowych cech budowy somatycznej: wysokość ciała, masę ciała i jej komponenty tkankowe. Ponadto zmierzono siłę eksplozywną kończyn dolnych (CMJ) oraz przeprowadzono test Wingate. Na podstawie analizy statystycznej wyselekcjonowano najistotniejsze cechy budowy somatycznej i wskaźniki sprawności motorycznej charakteryzujące I-ligowe siatkarki.

Wyniki: Największe zróżnicowanie pomiędzy siatkarkami a nietreningującymi w zakresie cech morfologicznych odnotowano dla masy ciała szczupłego (LBM [kg], $Z=6,63$, $p<0,01$). Natomiast w zakresie wskaźników wysiłkowych największe różnice stwierdzono w zakresie piku mocy, mocy średniej oraz wysokości CMJ i mocy względnej wysokości CMJ. Obliczono odpowiednio: $Z=2,59$, $p<0,001$; $Z=3,22$, $p<0,001$; $Z=2,75$, $p<0,001$, $Z=2,54$, $p<0,001$.

Wnioski: Badania własne wykazały i potwierdziły wysokie znaczenie wybranych cech morfo-funkcjonalnych sprzyjających wysokiej efektywności gry w siatkówce kobiet. Testy bazujące na skokach (np. CMJ) oceniające potencjał motoryczny kończyn dolnych siatkarek, mają wartość praktyczną w kontekście naboru, selekcji oraz kontroli treningu w siatkówce kobiet. Test Wingate, jako narzędzie diagnostyczne, może być stosowany jako uzupełnienie do prób o charakterze specyficznym w siatkówce.

Słowa kluczowe: siatkówka, moc anaerobowa kończyn dolnych, komponenty tkankowe ciała, selekcja i kontrola treningu w siatkówce kobiet

Wstęp

Wydolność beztlenowa ma decydujące znaczenie w skutecznej realizacji wysiłków krótkotrwałych o supramaksymalnej intensywności. W tego typu wysiłkach zachodzą procesy, które umożliwiają zawodnikom rozwinięcie dużej mocy w krótkim czasie. Energia niezbędna do wykonania skurczu mięśniowego w tego rodzaju wysiłkach czerpana jest niemal wyłącznie

z energetycznych przemian beztlenowych w oparciu o rozpad ATP, fosfokreatyny oraz glikolizy beztlenowej [1, 2].

Wydolność anaerobowa (maksymalna moc niekwasomlekowa oraz maksymalna moc kwasomlekowa) warunkuje możliwości osiągnięcia wysokich wyników sportowych w wielu dyscyplinach [3, 4]. Piłka siatkowa jest dyscypliną dynamiczną, w której duże znaczenie ma maksymalizacja procesu przygotowania motorycznego, indywidualny poziom zaangażowania zawodnika w grę oraz wysoki poziom umiejętności techniczno-taktycznych, które są w znacznym stopniu uwarunkowane zdolnościami psychomotorycznymi [5]. W świetle przeprowa-

* Adres do korespondencji/Address for correspondence:
m_krawczyk@pwszstar.edu.pl

dzanej analizy literatury naukowej można stwierdzić, że w siatkówce najważniejsze cechy somatyczne to m.in.: wysokość ciała i zasięg ramion. Ponadto, współczesna siatkówka (na wysokim poziomie sportowym) wymaga od zawodników prezentowania wysokiego poziomu możliwości siłowo-szybkościowych (szybkość, skoczność, wytrzymałość skocznościowa, siła eksplozywna) [6, 7]. Siatkówka jest dyscypliną, w której zapotrzebowanie energetyczne wysiłku pokrywane jest ze źródeł: w 40% anaerobowych niekwasomlekowych, w 10% anaerobowych kwasomlekowych oraz w 50% aerobowych [8].

Jedną z najważniejszych i najczęściej występujących w siatkówce czynności ruchowych jest wyskok dosiężny (vertical jump) – wykonywany podczas ataku lub blokowania. Wykazano, że wyskoki dosiężne wykonywane przez siatkarzy, którzy są skuteczniejsi w grze, są realizowane na wyższym poziomie efektywności w porównaniu do zawodników mniej skutecznych, i że są one podstawowym wskaźnikiem umożliwiającym ocenę przygotowania sprawnościowego siatkarza [7]. Wyżej cytowane publikacje wskazują, że w ocenie sprawności motorycznej siatkarzy należy wykorzystywać testy motoryczne, których struktura czasowo-przestrzenna zbliżona jest do czynności ruchowych występujących w siatkówce (skoki) oraz testy umożliwiające ocenę energetycznego potencjału motorycznego warunkującego efektywne postępowanie zawodników siatkówki.

Głównym celem niniejszego opracowania, w świetle dokonanej analizy literatury z zakresu przygotowania motorycznego w siatkówce, była ocena poziomu możliwości siłowo-szybkościowych polskich siatkarek występujących na drugim poziomie rozgrywek ligowych. Dążąc do realizacji celu postawiono hipotezę, że poziom możliwości siłowo-szybkościowych trenujących siatkarek będzie znamienne wyższy w porównaniu do nietrenujących kobiet.

Z drugiej strony na podstawie analizy porównawczej podstawowych cech budowy somatycznej oraz sprawności siłowo-szybkościowej pomiędzy zawodniczkami a nietrenującymi kobietami, podjęto próbę określenia cech w największym stopniu determinujących, na tym poziomie sportowym, wysoki poziom efektywności motorycznej (w zakresie zastosowanych prób sprawnościowych).

Materiał i metody badań

W badaniach własnych (deskryptywny charakter) wzięło udział 13 zawodniczek reprezentujących I-ligowy klub siatkarski (w wieku kalendarzowym 24,07 lat, i charakteryzujących się przeciętną wysokością ciała na poziomie 178,76 cm i średnią masą ciała 74,71 kg. Badania przeprowadzono w 2018 roku w okresie przedstartowym. Grupę kontrolną stanowiły nietrenujące wyczynowo sportu studentki Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie (n=11, w wieku kalendarzowym 20,4 lat), które systematycznie uczestniczyły w programowych zajęciach z wychowania fizycznego. Ich średnia wysokość ciała

wynosiła 163,8 cm, przy średniej masie ciała 55,88 kg.

W związku z faktem, że liczebność grupy kontrolnej była niewielka, przeprowadzono, w celu określenia jej reprezentatywności, tzw. komputerowy test istotności jednej lub dwóch średnich [9]. Porównano średnią własnej grupy kontrolnej ze średnią populacji młodych kobiet o dużej liczebności, podobnym wieku i podobnym poziomie aktywności ruchowej, badanych przez Kopiczko i Bogucką [10]. Badania te [10] i przeprowadzone porównania testem istotności jednej lub dwóch średnich [9] wskazują, że w poziomie rozwoju analizowanych cech morfologicznych własnej grupy kontrolnej i populacji polskich studentek pierwszego roku w wieku kalendarzowym 21,4 lat, nie było istotnych różnic (odpowiednio dla wysokości i masy ciała wartość p-value wynosiły: 0,87 oraz 0,84). Na podstawie przeprowadzonej analizy przyjęto, że obserwowana w badaniach własnych grupa kontrolna może stanowić wartościowe „tło”, z punktu widzenia praktyki szkoleniowej oraz naboru, dla grupy ocenianych siatkarek. Ponadto należy podkreślić, że grupa kontrolna nie została wybrana z populacji generalnej sportowców (w tym przypadku siatkarek). Niemniej jednak w świetle przyjętego celu badań, którym w kontekście naboru i selekcji, było poszukiwanie istotnych elementów potencjału motorycznego siatkarek oraz metod ich diagnostyki, to wybór grupy kontrolnej rekrutującej się z populacji ogólnej wydaje się być uzasadniony.

Pomiary somatyczne

Wykonano następujące pomiary podstawowych cech budowy ciała [11]: wysokość ciała (WC [cm]), masa ciała (MC [kg]), procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (FM [%]) oraz masa ciała szczupłego (LBM [kg]). Pomiary cech somatycznych przeprowadzono wykorzystując antropometr oraz wagę TANITA BF-350. Na podstawie powyższych pomiarów obliczono wskaźnik BMI.

Pomiary sprawności motorycznej

Badane osoby zostały podzielone na dwie grupy (6 i 7 osób w grupie siatkarek, 6 i 5 osób w grupie nietrenujących). Pomiary sprawności motorycznej przeprowadzono w następujący sposób:

1. przeprowadzono 10-minutową rozgrzewkę,
2. w dalszej kolejności przeprowadzono próbę CMJ (każda z badanych wykonywała ją dwa razy, w odstępie 1 minuty),
3. następnie, po odczekaniu około 2 minut po ostatnim skoku CMJ, przeprowadzono próbę na cykloergometrze.

Próby bazujące na ocenie anaerobowych osiągnięć ruchowych

Siłę eksplozywną kończyn dolnych badanych kobiet mierzono poprzez wyskok dosiężny (CMJ) – każdy wyskok wykonywano dwa razy, rejestrowano wyższy rezultat w cm. W badaniach wykorzystano system pomiarowy Optojump Next (Microgate,

Bolzano, Włochy). Na podstawie wyników wyskoków obliczono moc maksymalną wyskoków (CMJ P_{max} [W/kg]) wykorzystując równanie opracowane przez Sayers'a [12].

Pomiary ergometryczne

Ponadto, w celu określenia wydolności beztlenowej badanych kobiet przeprowadzono próbę Wingate, wykorzystując cykloergometr Monark 847E [13]. W badaniach z wykorzystaniem testu Wingate istotną kwestią jest odpowiedni dobór obciążenia zewnętrznego. W dotychczasowych badaniach, w grupach kobiet, dla kończyn dolnych stosowano obciążenie zewnętrzne na poziomie: 8,6% masy ciała [14, 15], 6,7% masy ciała [16] czy 7,5 % masy ciała [17]. W badaniach własnych zastosowano protokół testu zaprezentowany przez Nikolaidis'a i wsp. [18]. Protokół ten umożliwić miał porównanie wyników badań własnych z wynikami zespołu Nikolaidis'a. Obciążenie zewnętrzne podczas próby wynosiło 7,5% masy ciała badanej. Czas wysiłku wyniósł 30 sekund oraz rozpoczął się z pozycji „0”, czyli z bezruchu. Rejestrowano następujące parametry podstawowe: względną pracę całkowitą W_{tot} [J/kg], która umożliwia ocenę pojemności beztlenowej oraz pik mocy P_{max} [W/kg], który informuje o maksymalnej mocy mechanicznej mięśni. Ponadto, rejestrowano następujące wskaźniki uzupełniające: względną moc średnią wysiłku P_{sr} [W/kg], czas uzyskania piku mocy $TuzP_{max}$ [s], wskaźnik spadku mocy WS% P [%].

Analiza statystyczna

W statystycznej analizie zebranych danych zastosowano i przeprowadzono standardowe działania. Wyliczono podstawowe statystyki opisowe: średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe, przedziały ufności dla średnich. Oceniono zgodność rozkładu analizowanych zmiennych z rozkładem normalnym testem Shapiro-Wilka z założeniem, że przy $p < 0,05$ hipotezę o zgodności rozkładu testowanej zmiennej z rozkładem normalnym należy odrzucić. Celem analizy porównawczej i oceny zróżnicowania międzygrupowego poziomu rozwoju badanych cech somatycznych oraz funkcjonalnych zawodniczek przeprowadzono test t-Studenta dla prób niezależnych lub w przypadku niejednorodności wariancji test Cochran-Coxa. Jednorodność wariancji zmiennych sprawdzano testem Levene'a. Za wyniki istotne statystycznie dla testu t-Studenta lub Cochran-Coxa przyjęto poziom $p \leq 0,05$. Dla zmiennych, które nie spełniły wymogów testu Shapiro-Wilka, przeprowadzono nieparametryczny test istotności różnic U-Manna-Whitney'a, w którym za istotny przyjęto poziom $p < 0,05$ (założenie dotyczy jednej zmiennej: $TuzP_{max}$ [s], specjalne oznaczenie w Tabeli 1). W celu przedstawienia wielkości różnic – w zakresie analizowanych zmiennych – pomiędzy siatkarkami a nietreningowymi kobietami, wyniki unormowano (Z-score) względem średniej i odchylenia standardowego nietreningujących kobiet. Wartość Z-score interpretowano jako wskaźnik pozwalający ocenić potencjalne znaczenie danej zmiennej w kontekście możliwości skutecznej rywalizacji w siatkówce kobiet.

Wyniki

W Tabeli 1 przedstawiono uzyskane wyniki badanych grup. Zauważyć można, że grupa siatkarek prezentowała wyższy poziom rozwoju w większości analizowanych zmiennych. Jedyne w zakresie wskaźnika informującego o poziomie wykonanej pracy nietreningujące kobiety prezentowały wyższy poziom w porównaniu do zawodniczek. W Tabeli 1 przedstawiono również wyniki testu istotności różnic międzygrupowych oraz wartości unormowanych różnic Z-score. Z danych tych wynika, że w większości przypadków wielkość obserwowanych różnic była statystycznie istotna. Wyjątek stanowiły poziom otluszczenia (FM%) oraz wielkość wskaźnika spadku mocy (WS% P). Spośród zmiennych opisujących budowę somatyczną największe zróżnicowanie pomiędzy siatkarkami a nietreningowymi odnotowano dla masy ciała szczupłego (LBM [kg]: $Z=6,63$, $p=0,01$). Natomiast w zakresie wskaźników wysiłkowych największe różnice stwierdzono w zakresie piku mocy (P_{max} [W/kg]: $Z=2,59$, $p=0,001$), mocy średniej (P_{sr} [W/kg]: $Z=3,22$, $p=0,001$) oraz wyskoku CMJ (CMJ [cm]: $Z=2,75$, $p=0,001$) i mocy względnej wyskoku CMJ (CMJ P_{max} [W/kg]: $Z=2,54$, $p=0,001$). Interesujący jest fakt, iż nietreningujące kobiety prezentowały statystycznie istotnie wyższy poziom wykonanej pracy podczas próby na cykloergometrze (W_{tot} [J/kg]: $Z=-1,60$, $p=0,001$) (Tabela 1).

Dyskusja

Powszechnie uważa się, że wysokość ciała jest cechą decydującą o wyniku sportowym w siatkówce. Jednakże, w ostatnich latach często wykazywano, że wysokie wyniki osiągały zespoły męskie o niższym poziomie rozwoju gorszych parametrów somatycznych, ale kompensujące braki atletycznym przygotowaniem, szybkością i umiejętnościami specjalnymi [6]. Drugą istotną cechą, która została zidentyfikowana w toku analiz, była masa ciała szczupłego (LBM). LBM jest przybliżoną miarą masy mięśniowej i jedną z predyspozycji strukturalnych zdolności siłowych [19]. Z kolei poziom siły mięśniowej, wpływa na możliwości generowania mocy anaerobowej, która jest iloczynem siły i prędkości [20]. Tak więc LBM jest predyspozycją strukturalną mającą istotny wpływ na efektywność i skuteczność motoryczną realizowaną w specyficznych czynnościach ruchowych siatkówki.

Powyższe stwierdzenia wskazują, że w trakcie naboru i selekcji w siatkówce należy brać pod uwagę te dwie cechy, przy czym większe znaczenie powinno się przypisywać masie ciała szczupłego. Badania własne wskazują na istotne, ale mniejsze znaczenie wysokości ciała w siatkówce kobiet na tle poziomu rozwoju LBM. Jak już wspomniano wcześniej, w siatkówce męskiej, znaczenie wysokości ciała w kontekście wysokiej efektywności motorycznej wydaje się zmniejszać na korzyść innych

Tabela 1.

Charakterystyki statystyczne badanych grup, wartości p testów istotności różnic oraz Z-score

zmienna	nietreningujące					zawodniczki					p-value	Z-score
	\bar{x}	95% CI	SD	CV	\bar{x}	95% CI	SD	CV				
WC [cm]	163,80	159,67	167,93	6,15	3,76	178,76	174,39	183,13	7,23	4,04	p<0,001	2,43
MC[kg]	55,88	51,09	60,68	7,14	12,77	74,71	71,65	77,77	5,06	6,77	p<0,001	2,64
FM[%]	22,45	17,81	27,10	6,92	30,80	21,38	19,39	23,37	3,29	15,40	0,6218	-0,16
BMI	20,77	19,55	21,98	1,81	8,72	23,43	22,34	24,51	1,80	7,67	p<0,001	1,47
LBM[kg]	42,91	41,31	44,50	2,37	5,53	58,64	56,84	60,44	2,98	5,08	p<0,01	6,63
CMJ [cm]	27,35	25,13	29,56	3,30	12,07	36,45	33,85	39,05	4,30	11,81	p<0,001	2,76
CMJ P _{max} [W/kg]	38,26	35,81	40,71	3,65	9,53	47,53	45,39	49,66	3,53	7,42	p<0,001	2,54
W _{tot} [J/kg]	181,30	170,45	192,15	16,16	8,91	155,52	149,70	161,33	9,62	6,19	p<0,001	-1,60
Ps _r [W/kg]	6,04	5,68	6,40	0,54	8,90	7,78	7,49	8,07	0,48	6,19	p<0,001	3,22
P _{max} [W/kg]	7,77	7,29	8,25	0,71	9,17	9,61	9,24	9,98	0,61	6,36	p<0,001	2,59
T _{uz} P _{max} [s]	9,21	7,00	11,43	3,29	35,76	5,99	5,32	6,67	1,12	18,65	p<0,001	-0,98
WS%_P [%]	20,63	17,83	23,43	4,17	20,20	17,80	15,98	19,63	3,02	16,97	0,0671	-0,68

Objaśnienie: kursywa – wynik testu U Manna-Whitneya

predyspozycji warunkujących sprawność motoryczną. Być może taka sama tendencja zaczyna być zauważalna w grupach kobiet. Należy jednak taką hipotezę zweryfikować naukowo.

Powszechnie piłkę siatkową uznaje się za dyscyplinę sportu, w której podczas rywalizacji dominują często powtarzane wysiłki o wysokiej intensywności, które są zabezpieczane aerobowymi i anaerobowymi źródłami energii [7, 8, 21]. W związku z powyższym istnieje ciągła potrzeba aktualizacji oraz weryfikacji poziomu rozwoju możliwości siłowo-szybkościowych i wydolności anaerobowej zawodników prezentujących wysoki poziom sportowy. W badaniach prowadzonych w grupach I i II ligowych siatkarek w Słowenii przeprowadzono próby oparte o wysoki (CMJ, SJ, BJ – block jump, AJ – attack jump). Średnia wartość CMJ wynosiła w zespole pierwszoligowym 45,3 cm, przy 42,5 w zespole drugoligowym [22]. Marques i jego koledzy, badając portugalską pierwszoligową drużynę siatkarek odnotowali dużo niższy wynik próby CMJ: 35,56 cm [23]. W badaniach Nikolaidis'a i wsp. średni poziom w próbie CMJ u greckich siatkarek wynosił 25,9 (\pm 5,1) cm. Ponadto, w badaniach tych sprawdzano poziom maksymalnej mocy anaerobowej oraz mocy średniej w próbie Wingate (o obciążeniu zewnętrznym wynoszącym 7,5% masy ciała). Średnie wartości mocy maksymalnej oraz mocy średniej wyrażonej w jednostkach relatywnych wynosiły odpowiednio 9,07 (\pm 0,97) oraz 6,73 (\pm 0,82) W/kg [24]. W innych badaniach realizowanych również pod kierunkiem Nikolaidis'a stwierdzono w grupie profesjonalnych siatkarek nieco wyższy zakres wyskoków CMJ 33,8 \pm 4,3 cm oraz podobną moc maksymalną i moc średnią w próbie Wingate, które odpowiednio wynosiły: 9,09 \pm 1,03 i 6,78 \pm 0,82 W/kg [18].

W badaniach własnych dokonano oceny poziomu rozwoju

siły eksplozywnej kończyn dolnych za pomocą próby CMJ oraz wydolności anaerobowej testem Wingate. Zestawiając wyniki własne i osiągnięcia obserwowanych siatkarek z wynikami innych badań można stwierdzić, że poziom rozwoju ich siły eksplozywnej był zadowalający [18, 23, 24]. Wyniki, jakie uzyskały siatkarki w badaniach własnych w próbie Wingate, dotyczącej mocy maksymalnej oraz mocy średniej wysiłku, były porównywalne (nieco wyższe wartości stwierdzono w badaniach własnych) z rezultatami uzyskanymi przez zawodniczki w innych badaniach [18, 24]. Na tej podstawie można stwierdzić, że pod względem poziomu rozwoju potencjału motorycznego zawodniczki rywalizujące na poziomie I ligi w polskiej siatkówce stanowią dobrze wyselekcjonowaną grupę w wyniku naboru i selekcji sportowej. W świetle powyższego stwierdzenia oraz wymogów motorycznych stawianych adeptom w tej dyscyplinie (6,8) można powiedzieć, że tego typu badania o charakterze przekrojowym, w których celem jest ocena poziomu potencjału siłowo-szybkościowego mają znamienne wartości aplikacyjną.

Z danych zgromadzonych w toku badań własnych wynika, że dużą wartość informacyjną w praktyce procesu selekcji i naboru mają bezwzględny wynik próby CMJ oraz moc CMJ oparta o formułę Sayers'a (odpowiednio Z-score: 2,76 i 2,54) oraz moc maksymalna i moc średnia w teście Wingate (odpowiednio Z-score 2,59 i 3,22). Wyniki własne są podstawą do stwierdzenia, że największe znaczenie i tym samym dużą wartość diagnostyczną w siatkówce kobiet mają nie tyle wartości maksymalne wskaźników mocy, co możliwości utrzymywania wysokich wartości mocy przez dłuższy czas. Wyróżniający się w toku analiz wysoki wskaźnik mocy średniej wysiłku siatkarek wydawać się może zaskakujący zwłaszcza na tle wskaźników bardziej związanych z możliwościami szybkościowymi tj. CMJ, P_{max}, ale

w kontekście analizy gry w siatkówkę, która ma charakter prze-rywany, i w której występują kolejno fazy aktywne i pasywne, jest to zrozumiałe. Czas faz aktywnych siatkarki wynosi średnio 9–10 sekund (przy zakresie 2,2 do aż 55 sekund). Ponadto, duża liczba różnorodnych akcji oraz cykliczność zmian ustawienia drużyny siatkarskiej na boisku wymaga wysokiej aktywności motorycznej przez dłuższy czas [6]. W świetle powyższych stwierdzeń, oczywiste jest, że krótsze akcje trwające kilka sekund warunkowane są możliwościami w zakresie szybkości osiągania mocy i poziomu mocy maksymalnej. Analiza różnic między zawodniczkami a nietreningowymi kobietami (Z-score) wskazuje, że podczas naboru do siatkówki należy przeprowadzać próby bazujące na ocenie efektywności w wyskokach (np. wyskok CMJ). Dodatkowo można oceniać moc maksymalną oraz moc średnią dłuższych wysiłków o maksymalnej intensywności. Dążąc do oceny efektywności dłuższych wysiłków u siatkarek zastosowano test Wingate. Wydaje się jednak, że należy zachować dużą ostrożność podczas interpretacji wyników w przypadku tej próby (pomimo dość dużych różnic wyników obserwowanych podczas prób). Wynika to z faktu, że pomiar na cykloergometrze jest niespecyficzny dla siatkówki (ale pozwala określić potencjał siłowo-szybkościowy). W związku z tym podczas pomiarów sprawności specjalnej w siatkówce kobiecej powinny być stosowane próby, które nie są efektem pojedynczego ruchu, tak jak to jest w przypadku wyskoku CMJ, lecz wynikiem wysiłku cyklicznego trwającego relatywnie dłużej (sugerować można tutaj skocznościowy test Bosco). W oparciu o wyniki badań własnych i doniesienia wynikające z analizy literatury można stwierdzić, że podczas naboru i w trakcie selekcji należy stosować testy sprawnościowe oparte głównie na wyskokach np. CMJ (do oceny sprawności specjalnej). Wydaje się, że test Wingate również posiada wartość diagnostyczną (istnieją dane publikowane w literaturze, które mogą stanowić punkt odniesienia), ale należy wskazać, że jest niespecyficzny dla siatkówki, co oznacza, że może być jedynie uzupełnieniem prób bazujących na skokach.

Wnioski

1. Badania własne potwierdziły wysokie znaczenie wybranych cech morfo-funkcjonalnych determinujących sprawność szybkościową i efektywność gry w siatkówce kobiet. Uzyskane wyniki były zgodne z aktualnymi doniesieniami światowymi w tym zakresie, jak i z podstawowymi wymogami poziomu rozwoju motorycznego we współczesnej siatkówce.
2. Siatkarka rywalizująca na wysokim poziomie na tym poziomie sportowym (polska I liga) powinna charakteryzować się wysokim poziomem rozwoju tkanki aktywnej, czyli masy mięśniowej oraz wysokim poziomem sprawności siłowo-szybkościowej kończyn dolnych.
3. Testy bazujące na skokach (np. CMJ) oceniające potencjał motoryczny kończyn dolnych siatkarek, mają wartość prak-

tyczną w kontekście naboru, selekcji oraz kontroli treningu w siatkówce kobiet.

4. Test Wingate jako narzędzie diagnostyczne może być stosowany jako uzupełnienie prób o charakterze specyficznym w siatkówce.

Piśmiennictwo/References

- [1] Jaskólski, A., Jaskólska, A., & Adach, Z. (2002). *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*. AWF.
- [2] Zatoń, M., & Jastrzębska, A. D. (Eds.). (2010). *Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [3] Gacesa, J. Z. P., Barak, O. F., & Grujic, N. G. (2009). Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 751–755.
- [4] Stec, K., Pilis, K., Witkowski, Z., Pilis, A., Michalski, C., & Zych, M. (2018, May). Anaerobic power in sports. In *Proceedings of the International Scientific Conference. Volume IV*, 274, 282.
- [5] Stanisław, L., Gabryś, T., Wagner, G. (2016). Czas reakcji psychomotorycznej, wybranej czynności w obronie u siatkarek kadry U-16 Polski. In: Szmaltan-Gabryś U, A. S, editors. *Trening Sportowy II Planowanie, kontrola, sterowanie*. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. rtm. Witolda Pileckiego w Oświęcimiu, 149–169.
- [6] Grządziel, G., Szade, D. (2016). Piłka siatkowa. In: Zając A, Chmura J, editors. *Współczesny System Szkolenia w Zespołowych Grach Sportowych*. AWF Katowice, 101–110.
- [7] Martinez, D. B. (2017). Consideration for power and capacity in volleyball vertical jump performance. *Strength & Conditioning Journal*, 39(4), 36–48.
- [8] Maughan, R. J., Shirreffs, S.M. (2017). Energy demands of volleyball. In: *Handbook of Sports Medicine and Science*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 1–14.
- [9] Stanisław, A. (1998). *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. StatSoft Polska.
- [10] Kopiczko, A., Bogucka, A. (2018). Dystrybucja tkanki tłuszczowej oraz rozkład wskaźnika względnej masy ciała u młodych kobiet o zróżnicowanym poziomie aktywności fizycznej. *Probl Hig Epidemiol*, 99(1):64–8.
- [11] International Society for the Advancement of Kinanthropometry. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Int Soc Adv Kinanthropometry. 2001.
- [12] Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(4), 572–577.
- [13] Gabryś, T., Borek, Z., Szmaltan-Gabryś, U., & Gromisz, W. (2004). Test Wingate. Wybrane zagadnienia diagnostyki wydolności beztlenowej w sporcie. *Beskidzka Wyższa Szkoła Tury-*

styki w Żywcu.

[14] Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the Wingate anaerobic test. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 51(3), 409–417.

[15] Vandewalle, H., Péérès, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *sports Medicine*, 4(4), 268–289.

[16] Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British journal of sports medicine*, 26(3), 151–155.

[17] Robergs, R. A., Kennedy, D., Gibson, A. L., Zuhl, M., Hsu, H. S., Beam, J., ... & Estrada, E. (2015). Evidence for the invalidity of the Wingate test for the assessment of peak power, power decrement and muscular fatigue. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 10(2), 63–78.

[18] T Nikolaidis, P., Afonso, J., Buško, K., Ingebrigtsen, J., Chtourou, H., & J Martin, J. (2015). Positional differences of physical traits and physiological characteristics in female volleyball players—the role of age. *Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology*, 47(1), 75–81.

[19] Szopa, J., Mleczko, E., & Żak, S. (1996). *Podstawy antropomotoryki*. Wydaw. Naukowe PWN.

[20] Bompa, T. O., Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports-3rd Edition*. Champaign, IL : Human Kinetics.

[21] Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of strength and Conditioning Research*, 21(3), 902.

[22] Sattler, T., Hadžic, V., Dervišević, E., & Markovic, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1486–1493.

[23] Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & González-Badillo, J. J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1147–1155.

[24] Nikolaidis, P., Afonso, J., Clemente-Suarez, V., Alvarado, J., Driss, T., Knechtle, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical jumping tests versus wingate anaerobic test in female volleyball players: the role of age. *Sports*, 4(1), 9.

[25] Szopa, J. (1999). About motority structure – an attempt to the system approach. *J Hum Kinet Antropomotoryka*, 19–20:125–38.

Summary

Introduction: Modern volleyball requires players to present a high level of strength and speed fitness. Efficiency in this discipline is also significantly determined by the level of development of the somatic features, including especially body height and shoulder range. The main aim of the study was to assess the level of development of the most important morpho-functional features characterizing female volleyball players at high sports level against the background of non-training women.

Material and methods: 13 female players representing the 1st league volleyball club took part in the research. The control group consisted of 11 women not exercising any form of competitive sport. Measurements of basic somatic features were carried out: body height, body weight and its tissue components. In addition, explosive strength of the lower limbs tests (CMJ) and the Wingate test was performed. On the basis of statistical analysis, the most important somatic features and motor fitness indicators characterizing I-league volleyballers were selected.

Results: The greatest differences between volleyball players and non-training women in terms of morphological features was recorded for lean body mass (LBM [kg], $Z = 6.63$, $p < 0.01$). However, in terms of motor fitness indicators, the largest differences were found in terms of peak power, average power and CMJ [cm] and CMJ power [W/kg]. Calculated, respectively: $Z = 2.59$, $p < 0.001$; $Z = 3.22$, $p < 0.001$; $Z = 2.75$, $p < 0.001$, $Z = 2.54$, $p < 0.001$.

Conclusions: Our research confirmed importance of selected morpho-functional features conducive to high efficiency of Female's volleyball. Jumping tests (e.g. CMJ) assessing the motor potential of lower limbs of volleyball players have practical value in the context of recruitment, selection and control of female's volleyball training. The Wingate test, as a diagnostic tool, can be used as an adjunct to retinal specific tests.

Keywords: volleyball, anaerobic power of lower limbs, body tissue components, selection and control of women's volleyball training
