

Katarzyna Boguszewska<sup>1</sup>, Juliusz Sury<sup>1</sup>, Krzysztof Buśko<sup>1,2</sup>, Bogdan Karpilowski<sup>2</sup>, Zbigniew Staniak<sup>2</sup>, Bożena Pawluczyk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie, <sup>2</sup>Instytut Sportu w Warszawie

### 3.1. Zmiany maksymalnych momenty sił mięśniowych i mocy kończyn dolnych u zawodników uprawiających boks<sup>10</sup>

O rezultacie walki bokserskiej decyduje wiele wzajemnie współdziałających ze sobą czynników np. cechy motoryczne, technika, taktyka, oraz predyspozycje psychiczne zawodników oraz sposób sędziowania. Pomimo tego, że boks jest dyscypliną olimpijską od wielu lat, nie ma obszernej literatury na temat charakterystyki fizjologicznej [Guidetti i wsp. 2002, Hubner - Woźniak 2006] i biomechanicznej [Janiak i Krawczyk 1995] tej dyscypliny sportu. W badaniach Guidettiego i wsp. [2002] stwierdzono u bokserów istotny związek między poziomem sportowym a wartościami PPA ( $r = 0,91$ ) i siłą kończyn górnych ( $r = 0,87$ ) mierzona za pomocą dynamometru ręcznego (hand grip).

Celem pracy była obserwacja zmian wartości maksymalnych momentów sił mięśniowych, procentowej topografii maksymalnych momentów sił mięśniowych i mocy kończyn dolnych u bokserów pod wpływem treningu.

W badaniach, po uzyskaniu akceptacji Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego, udział wzięło 3 bokserów (wiek  $18,1 \pm 0,4$  lata, wysokość ciała  $186,7 \pm 6,1$  cm, masa ciała  $81,3 \pm 0,6$  kg (I pomiar),  $80,9 \pm 3,3$  kg (II pomiar),  $80,7 \pm 5,6$  kg (III pomiar), staż  $3,5 \pm 1,8$ . Masa ciała nie zmieniała się istotnie.

Pomiar maksymalnych momentów sił w statyce 10 zespołów mięśniowych mięśni: zginających i prostujących kończyny w stawach łokciowym, ramiennym, biodrowym i kolanowym oraz zginających i prostujących tułów odbywał się na stanowiskach do pomiarów momentów sił mięśniowych w statyce [Buśko, Rychlik 2006]. Momenty sił mięśni zginających i prostujących kończynę w stawie łokciowym mierzono w pozycji siedzącej. Ramię oparte było na podpórce. Kąt w stawie ramiennym wynosił 90 stopni. Przedramię było ustawione prostopadle do ramienia. Tułów był oparty i ustabilizowany. Momenty sił mięśni zginających i prostujących kończynę w stawie ramiennym mierzono w pozycji siedzącej. Kąt w stawie ramiennym podczas prostowania wynosił 70 stopni a zginania 50 stopni. Tułów przylegał do stanowiska i był ustabilizowany przez docisk klatki piersiowej badanego do oparcia stanowiska przez asystenta. Momenty sił mięśni zginających i prostujących kończynę w stawie kolanowym oraz zginających i prostujących tułów badano w pozycji siedzącej. Kąt w stawach biodrowych i kolanowych wynosił 90 stopni. Badanego stabilizowano na wysokości kolców biodrowych przednich oraz w części dalszej uda. Kończyny górne spoczywały na klatce piersiowej. Mięśnie prostujące kończynę w stawie biodrowym badano w pozycji leżąc przodem a

<sup>10</sup> Pracę wykonano w ramach projektu badawczego Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, numer projektu DS-134, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

zginające kończynę w stawie biodrowym w pozycji leżąc tyłem. Kąt w stawie biodrowym wynosił 90 stopni. Badany stabilizował tułów trzymając się rękoma stanowiska. Maksymalny wyprost kończyny w stawach łokciowym, kolanowym i biodrowym przyjęto jako 0 stopni. Dla stawu ramiennego położenie kończyny wzdłuż tułowia przyjęto jako 0 stopni. Położenie tułowia w pozycji leżenia tyłem przyjęto jako 0 stopni. Oś obrotu w badanym stawie pokrywała się z osią obrotu dźwigni momentomierza. Mierzono obydwie kończyny górne i dolne, oddzielnie prawą i lewą kończynę, zawsze w kolejności zginanie-prostowanie. Zadaniem badanego było rozwinięcie maksymalnej wartości momentu siły.

Ze zmierzonych wartości maksymalnych momentów sił mięśniowych mięśni zginających i prostujących kończyny w stawach łokciowym, ramiennym, biodrowym i kolanowym oraz zginających i prostujących tułów obliczono wskaźnik „zginacze-prostownicy” [Buśko 2006, Trzaskoma 2003].

Momenty sił mięśni przedstawiono również jako udział poszczególnych zespołów mięśniowych liczony względem ich sumy, tzw. topografia siły [Bober i Zawadzki 2006, Trzaskoma i Trzaskoma 2006]

Pomiar mocy kończyn dolnych i wysokości uniesienia środka masy ciała w wyskokach pionowych: z miejsca, z pozycji wyprostowanej poprzedzony ruchem ciała w dół (CMJ) i z rozbiegu (BCMJ) przeprowadzono na platformie dynamometrycznej ze wzmacniaczem firmy Kistler. Wzmacniacz połączono za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego z komputerem z oprogramowaniem „MVJ v.3.4”. Zastosowano model fizyczny, w którym układ masy ciała człowieka odbijającego się pionowo od platformy dynamometrycznej zredukowano do punktu materialnego, na który działają składowe pionowe siły zewnętrznych - siła ciężkości ciała i pionowa składowa siła reakcji platformy. Z zarejestrowanej siły reakcji podłoża wyliczono następujące parametry wyskoku: moc maksymalną ( $P_{max}$ ) maksymalną wysokość uniesienia środka masy ciała ( $h$ ) [Buśko i Nowak 2008]. Każdy zawodnik wykonał sześć maksymalnych wyskoków pionowych, trzy z miejsca, z pozycji wyprostowanej poprzedzonej ruchem ciała w dół (CMJ) i trzy pojedyncze z 2-3 kroków rozbiegu (tzw. dojsście lub naskok) (BCMJ) na platformie dynamometrycznej. Czas przerwy między wyskokami z miejsca wynosił 5 sekund a w wyskokach BCMJ ok. 1 minuty. Celem każdego rodzaju skoku było - wyskocz jak najwyżej. Do analizy wybierano wyskok, w którym osiągnięto najwyższą wysokość uniesienia środka masy ciała.

Wyznaczanie charakterystyk siła-prędkość ( $F-v$ ) i moc-prędkość ( $P-v$ ) wykonywano na cykloergometrze Monark 874 E połączonym z komputerem klasy IBM PC z programem „MCE v. 4.0” („JBA” Zb. Staniak). Badani, po ustaleniu dla siebie odpowiedniej wysokości siodełka i kierownicy, wykonywali testy w pozycji siedzącej bez wstawania na pedałach, rozpoczynając jazdę z nieruchomej pozycji ze stopami przymocowanymi paskami do pedałów. Badani wykonywali 5 maksymalnych 10-sekundowych wysiłków na cykloergometrze ze wzrastającym obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 2,5%, 5,0%, 7,5%, 10,0% i 12,5% ciężaru ciała (BW). Czas przerwy między wysiłkami wynosił 2 minuty. Przestrzegano standardowych warunków podczas wykonania wysiłku oraz słownie zachęcano badanych do osiągnięcia jak najszybciej maksymalnej częstości pedałowania i

utrzymania jej jak najdłużej. Korzystając z oprogramowania „MCE v. 4.0” dokonano pomiarów i obliczeń największej mocy rozwiniętej przy danym obciążeniu ( $P_i$ ), gdzie  $i$  – wartość obciążenia oraz prędkości ( $v_i$ ), przy której osiągnięto  $P_i$  [Buśko 2007b].

Z otrzymanych w 10-sekundowych wysiłkach maksymalnych wyników, dla każdego badanego wyznaczono zależność siła-prędkość i moc-prędkość w celu określenia indywidualnej mocy maksymalnej ( $P_{max}$ ) i prędkości optymalnej ( $v_o$  – częstość pedałowania, przy której rozwijano moc maksymalną [Vandewalle i wsp. 1987]). Moc maksymalną i optymalną prędkość pedałowania obliczono z indywidualnych równań wielomianu drugiego stopnia, którymi opisywano zależność  $P$ - $v$  [Buśko 2007b, Buśko i Wit 2003]. Najwyższy punkt krzywej (największą wartość funkcji) definiowano jako moc maksymalną ( $P_{max}$ ), a odpowiadającą jej częstość pedałowania jako prędkość optymalną.

Wszystkie pomiary wykonano w godzinach rannych. Badani byli poinformowani o celu badań i metodyce postępowania.

Badania kontrolne przeprowadzono: Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego.

W celu weryfikacji wyników badań zastosowano analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic między średnimi porównano post hoc – testem LSD. W przeprowadzonych analizach statystycznych poziom wartości  $p < 0,05$  przyjęto jako istotny. Wszystkie obliczenia wykonano programem STATYSTYKA™ (v. 8,0, StatSoft).

Uzyskane rezultaty maksymalnych momentów sił mięśniowych ( $M_m$ ) bokserów przedstawiono w tabelach 1-3 a momentów sił względnych w tabelach 4-6. W tabelach 7-9 zamieszczono średnie wartości udziałów poszczególnych zespołów mięśniowych liczonych względem ich sumy. Topografię sumy momentów sił mięśniowych kończyny górnej prawej, kończyny dolnej lewej i prawej oraz tułowia zamieszczono w tabeli 9. W pierwszym okresie startowym obserwowano zmniejszenie wartości sumy maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyny górnej prawej o  $-11,7\%$  i lewej o  $-8,5\%$  oraz wzrost wartości sum maksymalnych kończyny dolnej prawej o  $6,7\%$  i lewej o  $9,0\%$  oraz tułowia o  $11,8\%$ . Po drugim okresie przygotowawczym obserwowano, w stosunku do pierwszego pomiaru, zmniejszenie sumy maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyny górnej prawej o  $-9,6\%$  i lewej o  $-7,8\%$  oraz wzrost wartości sum maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyny dolnej prawej o  $6,9\%$  i lewej o  $3,3\%$  oraz tułowia o  $7,0\%$ . Procentowa topografia sum maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyn górnych uległa istotnej zmianie. Obliczone wartości wskaźników „zginacze-prostowniki” nie różnicowały badanych grup zawodników z wyjątkiem prawego stawu ramiennego (Tabela 10).

Tabela 1. Zmiany średnich wartości ( $\pm$ SD) maksymalnych momentów sił [N·m] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) prawe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym, mięśni zginających i prostujących tułów u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	III pomiar
Łokciowy	Z	90,7 $\pm$ 6,1	88,7 $\pm$ 3,2	85,7 $\pm$ 3,2
	P	61,0 $\pm$ 2,7	55,3 $\pm$ 3,2	61,0 $\pm$ 6,1
Ramienny	Z	66,3 $\pm$ 5,5	49,7 $\pm$ 4,0 <sup>a</sup>	52,7 $\pm$ 5,5 <sup>a</sup>
	P	96,0 $\pm$ 23,3	81,3 $\pm$ 17,2 <sup>a</sup>	81,0 $\pm$ 13,9 <sup>a</sup>
Biodrowy	Z	105,0 $\pm$ 14,7	116,3 $\pm$ 15,6	128,7 $\pm$ 22,2
	P	566,7 $\pm$ 77,6	591,7 $\pm$ 127,3	603,0 $\pm$ 112,9
Kolanowy	Z	154,0 $\pm$ 15,6	179,7 $\pm$ 27,3 <sup>a</sup>	175,0 $\pm$ 26,5
	P	317,0 $\pm$ 73,6	325,0 $\pm$ 29,6	302,7 $\pm$ 31,5
Tułów	Z	196,0 $\pm$ 19,3	203,3 $\pm$ 21,1	206,3 $\pm$ 37,9
	P	615,3 $\pm$ 155,6	687,3 $\pm$ 101,1	639,7 $\pm$ 49,9

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 2. Średnie wartości ( $\pm$ SD) maksymalnych momentów sił [N·m] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) lewe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	III pomiar
Łokciowy	Z	86,7 $\pm$ 8,6	86,0 $\pm$ 11,3	91,0 $\pm$ 4,6
	P	58,3 $\pm$ 2,9	59,3 $\pm$ 5,0	61,3 $\pm$ 11,0
Ramienny	Z	61,7 $\pm$ 9,7	48,3 $\pm$ 3,1	46,3 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>
	P	96,3 $\pm$ 25,7	82,0 $\pm$ 25,4 <sup>a</sup>	77,0 $\pm$ 16,5 <sup>a</sup>
Biodrowy	Z	98,7 $\pm$ 5,0	107,0 $\pm$ 6,1	113,0 $\pm$ 7,0
	P	569,7 $\pm$ 100,0	613,3 $\pm$ 36,2	580,67 $\pm$ 92,5
Kolanowy	Z	137,7 $\pm$ 9,3	159,0 $\pm$ 25,6	145,0 $\pm$ 19,5
	P	303,7 $\pm$ 85,7	311,3 $\pm$ 32,3	292,7 $\pm$ 54,2

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 3. Średnie wartości ( $\pm$ SD) sumy maksymalnych momentów sił [N·m] prawej (P) i lewej (L) kończyny górnej (SKG), dolnej (SKD), tułowia (ST), obu kończyn górnych (SKKG), obu kończyn dolnych (SKKD) i 10 zespołów mięśniowych (SUMA) u bokserów

Cecha	I pomiar	II pomiar	III pomiar
SKGP	314,0 $\pm$ 27,9	275,0 $\pm$ 18,2 <sup>a</sup>	280,3 $\pm$ 17,2 <sup>a</sup>
SKGL	303,0 $\pm$ 42,5	275,7 $\pm$ 42,8 <sup>a</sup>	275,7 $\pm$ 29,7 <sup>a</sup>
SKDP	1142,7 $\pm$ 172,8	1212,7 $\pm$ 194,1 <sup>a</sup>	1209,3 $\pm$ 180,2
SKDL	1109,7 $\pm$ 174,3	1190,7 $\pm$ 97,7	1131,3 $\pm$ 136,4
SKKG	617,0 $\pm$ 70,0	550,7 $\pm$ 61,0 <sup>a</sup>	556,0 $\pm$ 45,9 <sup>a</sup>
SKKD	2252,3 $\pm$ 346,3	2403,3 $\pm$ 287,3	2340,7 $\pm$ 316,6
ST	811,3 $\pm$ 169,3	890,7 $\pm$ 118,4	846,0 $\pm$ 87,7
SUMA	3680,7 $\pm$ 576,5	3844,7 $\pm$ 464,6	3742,7 $\pm$ 446,3

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 4. Średnie wartości ( $\pm$ SD) maksymalnych momentów sił względnych [ $N \cdot m \cdot kg^{-1}$ ] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) prawe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym oraz mięśni zginających i prostujących tułów u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	R I-II	III pomiar	R I-III	R II-III
Łokciowy	Z	1,12 $\pm$ 0,08	1,10 $\pm$ 0,02	-1,4	1,06 $\pm$ 0,05	-4,4	-3,0
	P	0,75 $\pm$ 0,03	0,68 $\pm$ 0,05	-8,5	0,76 $\pm$ 0,04	0,9	10,6
Ramienny	Z	0,82 $\pm$ 0,06	0,61 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	23,9	0,65 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	-19,2	6,3
	P	1,18 $\pm$ 0,29	1,01 $\pm$ 0,21	-13,7	1,01 $\pm$ 0,18	-13,3	0,5
Biodrowy	Z	1,29 $\pm$ 0,19	1,44 $\pm$ 0,17	11,5	1,61 $\pm$ 0,35	24,7	12,2
	P	6,97 $\pm$ 0,98	7,32 $\pm$ 1,54	4,4	7,49 $\pm$ 1,40	7,1	2,7
Kolanowy	Z	1,89 $\pm$ 0,20	2,22 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	16,9	2,17 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	14,3	-2,2
	P	3,90 $\pm$ 0,93	4,02 $\pm$ 0,29	6,2	3,76 $\pm$ 0,44	-1,5	-6,4
Tułów	Z	2,41 $\pm$ 0,25	2,51 $\pm$ 0,20	4,9	2,56 $\pm$ 0,43	6,4	1,4
	P	7,01 $\pm$ 1,26	8,50 $\pm$ 1,21	14,5	7,94 $\pm$ 0,63	8,1	-6,0

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;

<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 5. Średnie wartości ( $\pm$ SD) maksymalnych momentów sił względnych [ $N \cdot m \cdot kg^{-1}$ ] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) lewe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	R I-II	III pomiar	R I-III	R II-III
Łokciowy	Z	1,07 $\pm$ 0,11	1,06 $\pm$ 0,14	-0,4	1,13 $\pm$ 0,10	6,5	7,0
	P	0,72 $\pm$ 0,04	0,73 $\pm$ 0,04	2,3	0,76 $\pm$ 0,12	5,8	3,2
Ramienny	Z	0,76 $\pm$ 0,12	0,60 $\pm$ 0,05	-19,4	0,58 $\pm$ 0,02	-22,5	-3,5
	P	1,19 $\pm$ 0,32	1,01 $\pm$ 0,31	-14,7	0,96 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	-18,4	-4,0
Biodrowy	Z	1,21 $\pm$ 0,07	1,32 $\pm$ 0,03	9,1	1,41 $\pm$ 0,18	16,3	6,7
	P	7,01 $\pm$ 1,26	7,58 $\pm$ 0,29	9,9	7,19 $\pm$ 0,98	3,1	-5,4
Kolanowy	Z	1,69 $\pm$ 0,10	1,96 $\pm$ 0,28	16,2	1,80 $\pm$ 0,21	6,6	-8,2
	P	3,74 $\pm$ 1,08	3,85 $\pm$ 0,36	8,1	3,66 $\pm$ 0,82	-0,7	-5,4

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;

<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 6. 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), obu kończyn górnych (SKKG), obu kończyn dolnych (SKKD) i 10 zespołów mięśniowych (SUMA) u bokserów

Cecha	I pomiar	II pomiar	R I-II	III pomiar	R I-III	R II-III
SKGP	3,86 $\pm$ 0,35	3,40 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	-11,7	3,48 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	-9,6	2,4
SKGL	3,73 $\pm$ 0,54	3,41 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	-8,5	3,42 $\pm$ 0,37	-7,8	0,8
SKDP	14,06 $\pm$ 2,19	14,99 $\pm$ 2,25 <sup>a</sup>	6,7	15,02 $\pm$ 2,28 <sup>a</sup>	6,9	0,3
SKDL	13,65 $\pm$ 2,22	14,71 $\pm$ 0,94	9,0	14,05 $\pm$ 1,76	3,3	-4,7
SKKG	7,59 $\pm$ 0,88	6,81 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup>	-10,1	6,90 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	-8,7	1,6
SKKD	27,71 $\pm$ 4,40	29,70 $\pm$ 3,19 <sup>a</sup>	7,8	29,08 $\pm$ 4,04	5,1	-2,3
ST	9,98 $\pm$ 2,14	11,01 $\pm$ 1,37	11,8	10,50 $\pm$ 1,01	7,0	-4,4
SUMA	45,28 $\pm$ 7,32	47,52 $\pm$ 5,27	5,5	46,48 $\pm$ 5,59	3,1	-2,2

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;

<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 7. Średnie wartości ( $\pm$ SD) topografii momentów sił [%] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) prawe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym, mięśni zginających i prostujących tułów u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	III pomiar
Łokciowy	Z	2,49 $\pm$ 0,23	2,32 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	2,30 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>
	P	1,69 $\pm$ 0,32	1,45 $\pm$ 0,09	1,64 $\pm$ 0,17
Ramienny	Z	1,83 $\pm$ 0,31	1,31 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	1,43 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>
	P	2,60 $\pm$ 0,35	2,10 $\pm$ 0,21	2,16 $\pm$ 0,12
Biodrowy	Z	2,86 $\pm$ 0,12	3,02 $\pm$ 0,11	3,44 $\pm$ 0,52
	P	15,44 $\pm$ 0,94	15,29 $\pm$ 1,50	16,03 $\pm$ 1,05
Kolanowy	Z	4,21 $\pm$ 0,28	4,66 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	4,67 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>
	P	8,55 $\pm$ 0,89	8,47 $\pm$ 0,35	8,10 $\pm$ 0,19
Tułów	Z	5,37 $\pm$ 0,63	5,30 $\pm$ 0,31	5,49 $\pm$ 0,40
	P	16,56 $\pm$ 1,66	17,85 $\pm$ 0,62	17,15 $\pm$ 0,72

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 8. Średnie wartości ( $\pm$ SD) topografii momentów sił [%] mięśni zginających (Z) i prostujących (P) lewe kończyny w stawach: łokciowym, ramiennym, biodrowym, kolanowym u bokserów

Stawy		I pomiar	II pomiar	III pomiar
Łokciowy	Z	2,37 $\pm$ 0,13	2,24 $\pm$ 0,06	2,45 $\pm$ 0,19
	P	1,60 $\pm$ 0,19	1,55 $\pm$ 0,09	1,63 $\pm$ 0,15
Ramienny	Z	1,69 $\pm$ 0,28	1,26 $\pm$ 0,12	1,25 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
	P	2,59 $\pm$ 0,32	2,10 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	2,04 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>
Biodrowy	Z	2,71 $\pm$ 0,27	2,80 $\pm$ 0,24	3,06 $\pm$ 0,50
	P	15,46 $\pm$ 0,66	16,04 $\pm$ 1,12	15,48 $\pm$ 1,02
Kolanowy	Z	3,81 $\pm$ 0,76	4,12 $\pm$ 0,25	3,87 $\pm$ 0,18
	P	8,16 $\pm$ 1,45	8,11 $\pm$ 0,14	7,82 $\pm$ 1,16

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 9. Średnie wartości ( $\pm$ SD) topografii [%] sumy maksymalnych momentów sił względnych [%] prawej (P) i lewej (L) kończyny górnej (SKG), dolnej (SKD), tułowia (ST) liczonej względem ich całkowitej sumy u bokserów

Cecha	I pomiar	II pomiar	III pomiar
SKGP	8,60 $\pm$ 0,84	7,12 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	7,53 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>
SKGL	8,26 $\pm$ 0,47	7,15 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	7,37 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
SKDP	31,07 $\pm$ 0,43	31,45 $\pm$ 1,19	32,24 $\pm$ 1,0
SKDL	30,15 $\pm$ 0,23	31,07 $\pm$ 1,48	30,23 $\pm$ 0,24
ST	21,93 $\pm$ 1,47	23,15 $\pm$ 0,33	22,63 $\pm$ 0,58

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego;  
<sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

W tabeli 11 zamieszczono rezultaty osiągnięte w teście wyskoków. W wyskokach pionowych z miejsca, z pozycji wyprostowanej poprzedzonych ruchem ciała w dół (CMJ) stwierdzono wzrost względnej mocy maksymalnej o 5,3% po zakończeniu pierwszego okresu startowego i 6,1% po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego. Skoczność nie uległa zmianie. W przypadku wyskoku

pionowego z rozbiegu (BCMJ) obserwowano spadek względnej mocy maksymalnej o -16,2% po zakończeniu pierwszego okresu startowego i -6,5% po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego. Skoczność w okresie startowym uległa pogorszeniu o -7,8%. Po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego wzrosła o 2,6%.

Najwyższe moce rozwijane na cykloergometrze w wysiłkach maksymalnych z obciążeniem od 2,5% do 10% BW nie uległy zmianom. Jedynie w przypadku obciążenia 12,5% BW obserwowano zmniejszenie mocy o -7,7% po pierwszym okresie startowym a następnie wzrost mocy o 9% na zakończenie drugiego okresu przygotowawczego (Tabela 12). Natomiast moc maksymalna obliczana z charakterystyk moc-prędkość zmalała o -2% po pierwszym okresie startowym i nie uległa zmianie po drugim okresie przygotowawczym (0,4%) w stosunku do rezultatów badań z przed rozpoczęcia okresu startowego.

Zmiany rezultatów osiągniętych w teście wyskoków i teście na cykloergometrze były nieistotne statystycznie.

Tabela 10. Średnie wartości ( $\pm$ SD) wskaźnika siły „zginacze-prostowniki” [-] (WZP) prawej (P) i lewej (L) strony ciała i tułowia u bokserów

Cecha		I pomiar	II pomiar	III pomiar
WZP <sub>L</sub>	P	1,49 $\pm$ 0,16	1,61 $\pm$ 0,08	1,41 $\pm$ 0,10
	L	1,48 $\pm$ 0,10	1,45 $\pm$ 0,12	1,51 $\pm$ 0,25
WZP <sub>R</sub>	P	0,71 $\pm$ 0,13	0,63 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,16
	L	0,66 $\pm$ 0,11	0,62 $\pm$ 0,14	0,62 $\pm$ 0,13
WZP <sub>B</sub>	P	0,19 $\pm$ 0,0	0,20 $\pm$ 0,02	0,22 $\pm$ 0,04
	L	0,18 $\pm$ 0	0,18 $\pm$ 0	0,20 $\pm$ 0,04
WZP <sub>K</sub>	P	0,50 $\pm$ 0,09	0,55 $\pm$ 0,03	0,58 $\pm$ 0,06
	L	0,49 $\pm$ 0,19	0,51 $\pm$ 0,03	0,51 $\pm$ 0,10
WZP <sub>T</sub>		0,33 $\pm$ 0,06	0,30 $\pm$ 0,03	0,32 $\pm$ 0,03

L – staw łokciowy, R – staw ramienny, B – staw biodrowy, K – staw kolanowy, T – tułów.

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego; <sup>a</sup> - średnie różnią się istotnie względem I pomiaru.

Tabela 11. Zmiany średnich wartości ( $\pm$ SD) wysokości uniesienia środka ciężkości masy ciała ( $h$ ) i mocy maksymalnej ( $P_{max}$ ) rozwijanej w wyskokach pionowych z miejsca, z pozycji wyprostowanej poprzedzone ruchem ciała w dół (CMJ) i z rozbiegu (BCMJ) na platformie dynamometrycznej u bokserów

Zmienne, n = 6	I pomiar	II pomiar	R I-II	III pomiar	R I-III	R II-III
$P_{maxCMJ}$ [W]	2326,7 $\pm$ 455,7	2382,3 $\pm$ 250,6	3,8	2805,0 $\pm$ 689,4	21,0	16,8
$P_{maxCMJ}/masa$ [W/kg]	28,43 $\pm$ 5,85	29,56 $\pm$ 3,76	5,3	32,63 $\pm$ 8,77	6,1	9,8
$h_{CMJ}$ [m]	43,70 $\pm$ 6,74	43,53 $\pm$ 4,07	0,4	43,5 $\pm$ 6,1	-0,3	-0,2
$P_{maxBCMJ}$ [W]	3893,3 $\pm$ 471,7	3263,3 $\pm$ 963,2	-17,2	3134,3 $\pm$ 1370,6	-21,3	-6,4
$P_{maxBCMJ}/masa$ [W/kg]	47,52 $\pm$ 9,91	40,17 $\pm$ 6,46	-16,2	38,31 $\pm$ 14,8	-6,5	-6,5
$h_{BCMJ}$ [m]	52,77 $\pm$ 9,91	48,30 $\pm$ 6,46	-7,8	49,4 $\pm$ 5,4	2,6	2,6

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego okresu przygotowawczego.

Tabela 12. Zmiany średnich wartości ( $\pm$ SD) mocy maksymalnej bezwzględnej ( $P_{\max}$ ) i względnej ( $P/masa$ ) rozwijanej podczas wyznaczania charakterystyk  $F-v$  i  $P-v$  na cykloergometrze u bokserów

Obciążenie [% BW]	I pomiar	II pomiar	R I-II	III pomiar	R I-III	R II-III	
$P$ [W]	2,5	382,7 $\pm$ 29,0	378,7 $\pm$ 24,3	-0,9	393,0 $\pm$ 25,4	2,9	3,8
	5,0	682,7 $\pm$ 61,0	693,8 $\pm$ 46,4	1,8	676,4 $\pm$ 46,8	-0,7	-2,4
	7,5	844,5 $\pm$ 101,3	849,5 $\pm$ 59,8	1,0	860,6 $\pm$ 48,6	2,5	1,4
	10,0	874,5 $\pm$ 153,6	877,8 $\pm$ 81,9	1,5	879,3 $\pm$ 94,9	1,5	0,1
	12,5	869,5 $\pm$ 22,2	783,9 $\pm$ 107,1	-9,9	913,7 $\pm$ 92,0	5,0	17,2
$P_{\max}$ [W]		961,4 $\pm$ 134,2	920,9 $\pm$ 80,8	-4,2	928,7 $\pm$ 78,2	-3,4	0,8
$P/masa$ [W/kg]	2,5	4,71 $\pm$ 0,38	4,69 $\pm$ 0,32	-0,3	4,88 $\pm$ 0,31	3,8	4,1
	5,0	8,36 $\pm$ 0,75	8,37 $\pm$ 0,72	0,1	8,40 $\pm$ 0,72	0,6	0,5
	7,5	10,39 $\pm$ 1,31	10,53 $\pm$ 0,95	1,7	10,23 $\pm$ 0,92	-1,1	-2,8
	10,0	10,76 $\pm$ 1,96	10,88 $\pm$ 1,28	2,0	10,96 $\pm$ 1,63	2,4	0,5
	12,5	10,73 $\pm$ 0,28	9,89 $\pm$ 1,67	-7,7	11,71 $\pm$ 1,53	9,0	19,0
$P_{\max}/masa$ [W/kg]		11,87 $\pm$ 1,72	11,61 $\pm$ 1,26	-2,1	11,90 $\pm$ 1,41	0,4	2,5
$v$ [obr./min]	2,5	195,12 $\pm$ 14,8	193,3 $\pm$ 14,5	0,9	200,4 $\pm$ 11,9	2,8	3,8
	5,0	171,2 $\pm$ 15,6	171,4 $\pm$ 15,9	0,1	171,4 $\pm$ 15,5	0,1	0
	7,5	140,5 $\pm$ 18,0	143,0 $\pm$ 12,8	2,1	138,0 $\pm$ 12,6	-1,3	-3,3
	10,0	109,7 $\pm$ 19,9	110,7 $\pm$ 12,9	1,8	111,7 $\pm$ 16,7	2,4	0,7
	12,5	87,8 $\pm$ 2,3	80,7 $\pm$ 13,6	-7,9	95,5 $\pm$ 12,8	8,8	18,9
$v_0$ [obr./min]		121,0 $\pm$ 3,8	118,1 $\pm$ 6,3	-2,4	121,3 $\pm$ 3,7	0,4	2,8

Pomiar I – przed rozpoczęciem okresu startowego, Pomiar II - bezpośrednio po zakończeniu pierwszego okresu startowego, Pomiar III – bezpośrednio po zakończeniu drugiego przygotowawczego.

Wielu badaczy zajmowało się przedstawieniem momentów sił mięśniowych jako udział poszczególnych zespołów mięśniowych liczony względem ich sumy [Bober i Hay 1990, Busko i Nowak 2008, Trzaskoma 2003, Trzaskoma i Trzaskoma 2006]. Fidelus i Skorupski [1970] sugerowali, że istnieje specyficzna topografia momentów sił mięśniowych u seniorów w zależności od uprawianej dyscypliny sportu. Ta topografia nie powinna ulegać zmianie w trakcie sezonu. W pracy Buśko i Nowak [2008] topografia maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyny górnej lewej, kończyny dolnej lewej i prawej oraz tułowia u zawodników judu uległa istotnej zmianie w okresie bezpośredniego przygotowania startowego (BPS). W naszych badaniach obserwowano istotne zmniejszenie udziału maksymalnych momentów sił mięśniowych kończyn górnych w całkowitej sumie maksymalnych momentów sił mięśniowych. Budzi to zdziwienie ponieważ bokserzy w walce używają kończyn górnych do zadawania ciosów. Ten fakt powinien powodować, że siła kończyn górnych powinna rosnać a nie maleć. W piśmiennictwie spotyka się prace, w których autorzy na podstawie wyników pomiarów maksymalnych momentów sił mięśniowych w statyce obliczają wskaźnik siły tzw. „zginacze-prostowniki” [Bober i Hay 1990, Buśko 2006, 2007a, Dworak i wsp. 2001, Jaszczuk i wsp. 1988, Trzaskoma 2003, Trzaskoma i Trzaskoma 2006]. Stosunek zginaczy do prostowników u przedstawicieli 9 dyscyplin sportowych, wyliczony z danych zawartych w pracy Jaszczuka i wsp. [1988], wynosił w stawie kolanowym od 0,39 do 0,57 i biodrowym od 0,18 do 0,25, przy czym w przypadku stawu kolanowego zmieniał się w wąskim przedziale od 0,49 do 0,54 dla przedstawicieli 6 dyscyplin sportowych (lekka atletyka, łyżwiarstwo, narciarstwo, strzelanie, szermierka, zapasy styl wolny). W doniesieniu Trzaskomy i Trzaskomy [2001] wskaźniki siły „zginacze-



prostowniki” dla stawu biodrowego i kolanowego u 70 zawodników różnych dyscyplin sportowych wynosiły 0,20 i 0,43, odpowiednio. Uzyskane w prezentowanej pracy wartości wskaźnika siły „zginacze-prostowniki” dla stawu kolanowego i biodrowego są zgodne z wynikami prac innych autorów.

W literaturze brak jednoznacznej opinii dotyczącej zmian mocy rozwijanej w wyskokach CMJ, BCMJ, DJ i SJ po różnych typach treningów [Buśko i Nowak 2008, Harris i wsp. 2000, Kubo i wsp. 2006]. Bokserzy, w tych badaniach, rozwijali mniejsze moce i niżej skakali w wyskokach CMJ i BCMJ od judoków opisanych w pracy Buśko i Nowak [2008]. Również charakter zmian był odwrotny. U bokserów obserwowano wzrost mocy w wyskoku CMJ i zmniejszenie mocy w wyskoku BCMJ podczas gdy u zawodników judo wystąpił spadek mocy w CMJ i wzrost mocy w BCMJ.

Wydaje się, że trening bokserów powinien rozwijać moc kończyn dolnych i górnych oraz poprawiać siłę i/lub prędkość. Trening cech motorycznych u bokserów ma główne miejsce w okresie przygotowawczym. W okresie startowym główny nacisk położony jest na doskonalenie techniki i taktyki. Biorąc powyższe pod uwagę to uzyskane rezultaty nie są do końca zgodne z oczekiwaniami. Dziwi fakt braku zmian najwyższych mocy rozwijanych w testach wysiłków maksymalnych z różnym obciążeniem na cykloergometrze. Również spadek wartości momentów sił kończyn górnych jest zastanawiający.

Powyższe rozważania upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

- W analizowanym okresie obserwowano istotne zmniejszenie wartości maksymalnych momentów sił mięśniowych i wzrost maksymalnych momentów sił mięśniowych mięśni kończyn dolnych i tułowia. Zmianom momentów sił mięśniowych towarzyszyła istotna zmiana procentowego udziału maksymalnych momentów sił mięśniowych mięśni kończyn górnych w całkowitej sumie maksymalnych momentów sił mięśniowych.

- Moc maksymalna mierzona w teście wysiłków maksymalnych na cykloergometrze nie uległa istotnym zmianom w analizowanym okresie. W przypadku mocy maksymalnej rozwijanej podczas wyskoków z miejsca poprzedzonych przedmachem (CMJ) obserwowano wzrost wartości mocy a w wyskoku z nabiegi (BCMJ) zmniejszenie. Zmianom mocy towarzyszył brak zmian skoczności w wyskoku CMJ i pogorszenie skoczności w BCMJ po pierwszym okresie startowym oraz poprawa skoczności po drugim okresie przygotowawczym.