

Buśko Krzysztof, Szulc Adam. Changes in maximal punching forces and reaction time in boxers during training season. *Journal of Health Sciences*. 2014;4(13):207-212. ISSN 1429-9623 / 2300-665X.

<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/article/view/2014%3B4%2813%29%3A207-212>

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2014%3B4%2813%29%3A207-212>

<https://pbn.nauka.gov.pl/works/521513>

DOI: [10.5281/zenodo.13878](https://doi.org/10.5281/zenodo.13878)

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13878>

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 License 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.

Changes in maximal punching forces and reaction time in boxers during training season

Krzysztof Buśko¹, Adam Szulc²

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 this study was to determine the changes in maximal punching force and reaction time in boxers during training season. The studies involved three boxers: age 18.1 ± 0.4 years, body height 186.7 ± 6.1 cm, weight 81.3 ± 0.6 kg (Measurement I), 80.9 ± 3.3 kg (Measurement II), 80.7 ± 5.6 kg (Measurement III), training experience 3.5 ± 1.8 years. Body weight did not change significantly during training season. Measurements of maximal punching force and reaction time was carried out on a boxing dynamometer. Each participants performed five punches of rear and lead hand (hook and straight punches) from a typical for himself boxing position and test of simulated boxing fight lasts 60 seconds. Three measurements were carried out: Measurement I – before first starting period, Measurement II – after first starting period, Measurement III – before second preparation period. The maximal straight punching forces were 1634.7 ± 674.0 N for lead hand, and 2899.7 ± 457.9 N for rear hand. The maximal hook punching forces were 2645.0 ± 1122.4 N for lead hand, and 2820.7 ± 766.5 N for rear hand. Significant differences were observed between lead and rear hands for straight (all measurements) and hook (Measurement III during the simulated boxing fight) punches. Force of the blow inflicted on the rear limb changed significantly between the first and third and the second and third measurement in the training season. In conclusion, in the

analyzed training period occurred insignificant prolongation of reaction time, accompanied by a significant increase in force of the blow hit the rear limb during the test of simulated 60-seconds of the fight.

Keywords: Boxing training simulators, Boxing, Force, Punch

Wstęp

O rezultacie walki bokserskiej decyduje wiele wzajemnie współdziałających ze sobą czynników: cechy motoryczne, technika, taktyka, predyspozycje psychiczne boksera oraz sposób sędziowania. Komputerowy system sędziowania w boksie preferuje ciosy pojedyncze. Wiąże się to z tym, że czas przeznaczony na rejestrację ciosu wynosi 1,5 s. Nawet gdy w tym czasie bokser zada więcej niż jeden cios, a sędzia zdąży to zarejestrować to i tak komputer zalicza jedno uderzenie [1]. Dlatego też najlepsi zawodnicy starają się dopasować sposób walki do wymagań tego typu punktacji. Zamiast ciągłych ataków, z dużą liczbą ciosów preferuje się ciosy pojedyncze lub serie składające się z 2-3 ciosów. Potem następuje odejście od przeciwnika i ponawianie ataku pojedynczymi uderzeniami. Taki sposób prowadzenia walki zwiększa znaczenie siły i szybkości specjalnej, rozumianej, jako zdolność do szybkiego wyprowadzenia silnych ciosów. W pracy Korneckiego i wsp. [2] stwierdzono, że pięściarze rozwiązywali podstawowe zadania ruchowe (cios prosty) według swoistego i niezmiennego programu: maksymalne prędkości były osiągane przez poszczególne części ciała w następującej kolejności: biodro, bark, ręka (w momencie uderzenia). To świadczy o powtarzalności aktu ruchowego – ciosu prostego i może być wykorzystane w badaniach ciągłych. Fritsche [3] stwierdził, że do oceny poziomu boksera wystarczy pomiar impulsu siły ciosu. W pracach Smith i wsp. [4] oraz Waliko [5] opisano wartości siły ciosów rozwijanych przez bokserów w jednorazowych badaniach. W piśmiennictwie znaleziono tylko jedną pracę dotyczącą zmian siły ciosu u bokserów w rocznym cyklu treningowym [6].

Celem pracy było określenie zmian siły ciosu i czasu reakcji u bokserów w cyklu szkoleniowym.

Material i metoda

W badaniach, po uzyskaniu zgody Komisji Etyki Badań Naukowych Instytutu Sportu w Warszawie, udział wzięło 3 bokserów WKS Legia Warszawa. 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. Charakterystyka badanych: 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 $3,5 \pm 1,8$ lata. Masa ciała nie zmieniała się istotnie.

Pomiary czasu reakcji i siły ciosu przeprowadzono na uniwersalnym trenerze bokserskim (Boxing Training Simulator, Instytut Sportu, Polska). Trener bokserski zbudowany jest ze specjalnego dynamometrycznego worka połączonego z komputerem. Worek podwieszony jest na zespole linek stabilizacyjnych. Na górnej walcowej części

worka zamontowane są dwie diody sygnalizacyjne przeznaczone do sterowania sekwencją zadawania ciosów. Pracą systemu steruje specjalistyczne oprogramowanie BTS. Worek bokserski umożliwia pomiar wypadkowej siły reakcji w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni walcowej worka oraz kierunku przyłożenia siły podczas pojedynczego ciosu lub kopnięcia, siły serii ciosów oraz symulować walkę bokserską. Szczegółowy opis tensometrycznego worka bokserskiego zamieszczono w pracy Buśko i wsp. [7].

W trakcie badań zawodnicy wykonywali:

- po 5 powtórzeń ciosu prostego i sierpowego zadawanego kończyną cofniętą i wysuniętą z typowej dla siebie pozycji bokserskiej z warunkiem uzyskania maksymalnej siły ciosu,
- symulowaną walkę bokserską 1 x 60 s.

Podczas symulowanej walki bokserskiej, na sygnał świetlny, zawodnicy wykonywali jak najszybciej wyznaczone ciosy. Średni czas wymuszenia (odstęp między sygnałami świetlnymi) wynosił 5 sekund.

Stosowane wymuszania:

- żółte światelko – cios prosty kończyną lewą;
- czerwone światelko - cios prosty kończyną prawą;
- oba światelka - cios prosty dowolną kończyną lub cios sierpowy.

W teście mierzono maksymalną siłę ciosów oraz czas reakcji podczas zadawania ciosów.

Ponieważ siła ciosu zależy od grubości bandaża i rodzaju rękawicy bokserskiej [8] wszyscy bokserzy bandażowali kończyny tym samym bandażem i zadawali ciosy tymi samymi rękawicami. Wszystkie pomiary wykonano w godzinach rannych.

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.

Do porównania wyników badań między kończyną cofniętą i wysuniętą użyto analizy wariancji ANOVA w układzie z powtarzanymi pomiarami. Istotność różnic średnich oceniano post hoc testem NIR Fischera. W przeprowadzonych analizach statystycznych poziom wartości $\alpha=0,05$ przyjęto jako istotny. Wszystkie obliczenia wykonano programem STATISTICA™ (v. 10.0, StatSoft).

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono maksymalne wartości siły ciosu prostego i sierpowego wyprawdzanych kończyną cofniętą i wysuniętą w teście ciosów maksymalnych. Maksymalna siła ciosu prostego zadanego kończyną wysuniętą była istotnie niższa od maksymalnej siły ciosu prostego zadanego kończyną cofniętą. W przypadku ciosu sierpowego nie obserwowano istotnych różnic w sile ciosu między kończynami.

Table 1. Mean values (\pm SD) the maximal straight punching forces (F_{\max}) for lead and rear hand in test of maximal punch in boxers

| Variables | Lead hand | Rear hand |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Straight punch: F_{\max} [N] | 1634.7 \pm 674.0 ^c | 2899.7 \pm 457.9 |
| Hook puch: F_{\max} [N] | 2645.0 \pm 1122.4 | 2820.7 \pm 766.5 |

^c – indicates statistically significant differences from lead hand, $p < 0.05$.

W tabeli 2 przedstawiono średnie wartości (\pm SD) maksymalnej siły ciosu (F_{\max}) i czasu reakcji (t_r) wyprowadzania ciosów w symulowanej 60-cio sekundowej walce na worku bokserskim dla cofniętej i wysuniętej kończyny górnej. Zmiany maksymalnej siły ciosów i czasów reakcji zadawanych w czasie symulacji 60-cio sekundowej walki były nieistotne z wyjątkiem siły ciosu zadawanego kończyną cofniętą między pierwszym i trzecim oraz drugim i trzecim pomiarem w analizowanym cyklu szkoleniowym.

Table 2. Changes in mean values (\pm SD) the maximal punching forces (F_{\max}), relative maximal punching forces (F_{\max}/mass) and reaction time (t_r) in sixty seconds of boxing fight test in boxers during training season

| Variables | | Measurement I | Measurement II | Measurement III |
|-------------------------------|---|--------------------|--------------------|---------------------------------|
| F_{\max} [N] | L | 1143.3 \pm 416.1 | 1421.3 \pm 383.2 | 1199.3 \pm 189.3 |
| | R | 1559.0 \pm 399.5 | 1494.0 \pm 239.7 | 1998.0 \pm 80.7 ^{ab} |
| F_{\max}/mass [N/kg] | L | 14.07 \pm 5.18 | 17.55 \pm 4.54 | 14.97 \pm 2.78 |
| | R | 19.19 \pm 5.02 | 18.56 \pm 3.44 | 17.55 \pm 4.54 |
| t_r [ms] | L | 421.3 \pm 86.3 | 433.7 \pm 46.5 | 456.0 \pm 71.9 |
| | R | 441.0 \pm 63.2 | 480.0 \pm 87.3 | 508.7 \pm 76.6 |

Legend: Measurement I – before first starting period, Measurement II – after first starting period, Measurement III – before second preparation period, L - lead hand, R - rear hand; ^a – indicates statistically significant differences from measurement I, $p < 0.05$, ^b – indicates statistically significant differences from measurement II, $p < 0.05$.

W drugim okresie przygotowawczym (Tabela 3) obserwowano istotne zwiększenie siły ciosu prostego wyprowadzanego kończyną cofniętą. Stwierdzono również istotne różnice między siłą ciosu wyprowadzaną kończyną cofniętą a wysuniętą. Czasy reakcji, niezależnie od rodzaju zadawanych ciosów, nie uległy istotnym zmianą w okresie przygotowawczym.

Table 3. Changes in mean values (\pm SD) the relative maximal punching forces (F_{\max}/mass) and reaction time (t_r) in sixty seconds of boxing fight test in boxers during second preparation period

| Variables | | Measurement II | Measurement III |
|-------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Straight punch | L | 13.58 \pm 2.89 | 14.31 \pm 2.15 |
| F_{\max}/mass [N/kg] | R | 18.56 \pm 3.44 ^c | 24.92 \pm 2.66 ^{bc} |
| Hook punch | L | 15.46 \pm 1.44 | 14.68 \pm 3.05 |
| F_{\max}/mass [N/kg] | R | 18.33 \pm 5.71 | 22.24 \pm 7.03 ^c |
| Straight punch | L | 434.0 \pm 20.0 | 404.0 \pm 71.9 |
| t_r [ms] | R | 433.7 \pm 46.5 | 452.0 \pm 44.2 |
| Hook punch | L | 480.0 \pm 87.3 | 542.0 \pm 31.4 |
| t_r [ms] | R | 464.3 \pm 86.5 | 542.7 \pm 83.8 |

Legend: Measurement II – after first starting period, Measurement III – before second preparation period, L - lead hand, R - rear hand; ^b – indicates statistically significant differences from measurement II, $p < 0.05$, ^c – indicates statistically significant differences from lead hand, $p < 0.05$.

Dyskusja

Siła uderzenia w worek bokserski jest bardzo ważnym elementem sprawności specjalnej [4, 5, 9]. Smith i wsp. [4] stwierdzili, że wartość siły ciosu prostego zadanego kończyną cofniętą wynosiła 4800 \pm 227 N u najlepszych bokserów, 3722 \pm 133 N u bokserów średniej klasy i 2381 \pm 116 N u początkujących zawodników oraz kolejno 2847 \pm 225 N, 2283 \pm 126 N i 1604 \pm 97 N dla kończyny wysuniętej. W pracy Karpiłowski i wsp. [10] maksymalne wartości siły ciosu wyniosły 2697 N. Uzyskane przez nas wartości siły dla bokserów są w zgodzie z wynikami prac Karpiłowskiego [10] i Smitha i wsp. [4] dla początkujących zawodników. Smith i wsp. [4] stwierdzili, że siła ciosu prostego zadanego ręką cofniętą jest większa od siły ciosu prostego zadanego kończyną wysuniętą. W pracy Buško i wsp. [7] stwierdzono, że u bokserów siła ciosów prostych zadawanych kończyną cofniętą była istotnie większa w porównaniu z siłą ciosów zadawanych kończyną wysuniętą zarówno u kobiet (kolejno 1170,7 \pm 165,3 N i 848,4 \pm 218,5 N) jak i u mężczyzn (kolejno 1102,9 \pm 430,7 N i 1592,5 \pm 507,1 N). Istotne różnice dla czasu reakcji w ciosach zadawanych ręką wysuniętą i cofniętą obserwowano tylko u kobiet. Uzyskane przez nas wyniki są w zgodzie z danymi Buško i wsp. [7] i Smitha i wsp. [4] dla ciosu prostego. Natomiast w przypadku ciosu sierpowego, w naszej pracy, nie stwierdzono istotnych różnic między siłami ciosów zadawanych kończyną wysuniętą i cofniętą. Jednak jak wskazują autorzy wielu prac, w analizie porównawczej wyników pomiarów różnych autorów należy być ostrożnym ponieważ wartość siły ciosu zależy od zastosowanego urządzenia pomiarowego ze względu na inną sztywność i parametry tłumiące warstwy amortyzacyjnej, dokładności pomiarów obliczeń siły i przyspieszeń czy też sposób pomiaru [5, 7, 11].

Wnioski

W analizowanym okresie wystąpiło nieistotne wydłużenie czasów reakcji, któremu towarzyszyło istotne zwiększenie siły ciosu zadawanego kończyną

cofniętą w worek bokserski podczas symulowanej 60-cio sekundowej walki. Siła ciosu zadawanego kończyną wysuniętą nie uległa istotnym zmianom w analizowanym okresie.

References

1. Karpilowski B, Nosarzewski Z, Staniak Z. Dynamometryczny worek bokserski. *Sport Wyczynowy* 1993; 11-12: 41-44.
2. Kornecki S, Zawadzki J, Fidziński J i wsp. Kinematyczne kryteria skuteczności ciosów prostych. *Sport Wyczynowy* 1981; 4: 25-32.
3. Fritsche P. Ein Dynamographisches Informationssystem zur Messung der Schlagkraft beim Boxen. Berlin 1979, IBS.
4. Smith MS, Dyson RJ, Hale T. et al. Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy. *J Sports Sci* 2000; 18(6): 445-450.
5. Waliko TJ. Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. *Br J Sports Med* 2005; 39: 710-719. DOI: 10.1136/bjism.2004.014126.
6. Karpilowski B, Staniak Z, Nosarzewski Z, Ptak C. Kontrola realizacji zadań treningowych przy pomocy trenażera bokserskiego. *Trening* 1997; 2: 159-164.
7. Buśko K, Staniak Z, Łach P et al. Comparison of two boxing training simulators. *BHK* 2014; 6: 135-141. DOI: 10.2478/bhk-2014-0022.
8. Roy B, Bernier-Cardou M, Cardou A et al. Influence of bandages on the strength of impact of punches in boxing. *Can J Appl Sport Sci* 1984; 9(4): 181-187.
9. Čepulėnas A, Bružas V, Mockus P et al. Impact of physical training mesocycle on athletic and specific fitness of elite boxers. *Archives of Budo* 2011; 7(1): 33-39.
10. Karpilowski B, Nosarzewski Z, Staniak Z. A versatile boxing simulator. *Biol Sport* 1994; 11(2): 133-139.
11. Pędzich W, Mastalerz A, Urbanik Cz. The comparison of the dynamics of selected leg strokes in taekwondo WTF. *Acta Bioeng Biomech* 2006; 8(1): 83-90.