

# HORMONAL AND METABOLIC BLOOD STATUS IN BOXERS AFTER A 3-ROUND MATCH

## *Hormonal and metabolic blood status*

ZBIGNIEW OBMÍŃSKI <sup>1</sup>, ELŹBIETA HÜBNER-WOŹNIAK <sup>2</sup>, STANISŁAW ŁAKOMIEC <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Sport in Warsaw, Endocrinology Department*

<sup>2</sup> *The Josef Pilsudski University of Physical Education in Warsaw, Biochemistry Department*

<sup>3</sup> *Polish Boxing Federation, Warsaw*

Mailing address: Zbigniew Obmiński, Institute of Sport, Endocrinology Department, 2/16 Trylogii Street,  
01-982 Warszawa, tel.: +48 22 8340812 ext. 259, mobile +48 508545831, fax: +48 22 8350977,  
e-mail: zbigniew.obminski@insp.waw.pl

**Abstract:** Boxing is one of the combat sports in which the effects of numerous head injuries suffered in competitions may cause neurological disorders, growth hormone deficiency and inhibit the hormonal activity of the pituitary gland. As indicated in papers published by a number of authors, the longer the sports career and/or the greater number of boxing matches, the greater this risk becomes. Hormonal disorders in boxers and kickboxers were detected in the clinical tests involving pharmacological stimulation of the pituitary gland. To date the literature provided no descriptions of either hormonal or metabolic reactions in boxers to intense physical effort which stimulates the hormonal systems. The objective of the study was to determine the post-effort blood status of growth hormone (HGH), cortisol (C), testosterone (T) and lactate (LA) in amateur boxers who participated in the Feliks Stamm International Boxing Tournament, immediately after a 3-round boxing match, in relation to their age and total life-time number of boxing matches. The results showed a very high average HGH level, and furthermore within an astonishingly wide range (8.0 – 132.0 ng/ml). The HGH level showed no correlation with the relative intensity of physical effort which was measured as the level of lactate (4.9 – 20.1 mmol/L), however it was contingent on the anabolic-catabolic ratio ( $r = -0.528^*$ ,  $p < 0.05$ ). The average C and LA levels were slightly higher, and the T level slightly lower in the case of the defeated contestants ( $n = 4$ ) than that of the winners ( $n = 11$ ). No correlation was found between the age, the life-time number of boxing matches and the tested blood parameters in the boxers. The results of hormonal tests give no reason to suspect dysfunction of the pituitary gland and renal cortex. The considerably low T levels in the two contestants (3.0 and 4.2 nmol/L) are difficult to explain without any information gathered in neutral conditions.

**Key words:** box, competition, hormones, lactate

### Introduction

Some sports disciplines, recognized as full-contact sports, such as taekwondo-do [15], football [16], soccer [11], basketball and wrestling [2], carry the risk of head injuries, including cerebral concussion. Head injuries occur most often in the case of amateur and professional boxers for whom the longer the sports career, the more profound the adverse effects of sport practising on their health [7, 30, 31]. In reference to this sports discipline, particular attention is focused on the neurological disorders resulting from the repetitive head microinjuries. The early studies in the mid-1990s indicated that the resting neuropsychological condition of amateur boxers does not differ from the condition registered in healthy persons, and the slight decline in the response time in older long-time sportsmen was considered natural and attributed to the age of the study participants [5]. However, later observations showed a direct correlation between the length of sports career and total life-time number of boxing matches, and the frequency of chronic encephalopathy incidents [23]. The introduction of technically

advanced computer tests allowed the quantitative and qualitative evaluation of the deterioration in cognitive functions (learning and memorizing capabilities, rate of information processing, etc.) following brain injuries in sportsmen practising a variety of sports disciplines, most frequently soccer players [8, 12, 17]. Similar studies conducted among boxers immediately before and after a boxing match revealed that following competition-related physical effort some cognitive functions deteriorated, while they gradually improved in the course of 1-month restitution [22]. Other authors studied the reaction time (simple and choice reaction time) as well as the learning and memorizing capabilities in boxers in the course of a 7-day boxing tournament. They recorded the extension of reaction time in the course of a 2-hour restitution following a boxing match in those boxers who on referee's request had to abort the boxing match due to the considerable superiority of the opponent [19]. In 2007 a review [18] was published which provided the final evidence for chronic encephalopathy among boxers (amateur and professional boxers), however, as the authors admitted, there are no up-to-date results of epidemiologic stu-

dies for sportsmen who started their career following the introduction of new regulations with a view to reducing the risk of health damage (e.g. obligatory helmets during the match).

Head injuries resulting in the cerebral concussion have adverse effects on the hormonal activity of the pituitary gland (hypopituitarism) which was confirmed in the studies involving various accident victims. The pituitary hormone dysfunction may first and foremost reduce the secretion of HGH which causes HGH blood deficiency [1, 26], and it may also disrupt the secretion of other pituitary hormones, i.e. adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and luteinizing hormone (LH), responsible for biosynthesis, as well as C- and T-secretion in females and males, respectively [4]. The examination of the HGH and ACTH secretion levels in the pituitary gland involves pharmacological stimulation of the gland, and then determination of the difference in blood concentration of the hormones referred to above. This method applied to long-time boxers showed HGH deficiency in 45% of the examined boxers [14] and nearly 23% of the kickboxers [27]. Other authors discovered a considerable negative correlation between the IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1) and HGH reaction to pharmacological stimulation, the length of sports career, and the number of boxing matches [28]. These results confirm the correlation between head microinjuries and symptoms of the pituitary deficiency. Despite the above, Berman [3] upholds the hypothesis that the deficiency of pituitary hormones in sportsmen may be ascribed to the abuse of illegal pharmacological substances.

It is well known that very intense physical effort stimulates the pituitary gland to secrete such hormones as HGH and ACTH. The latter hormone produces the secretion of cortisol from the renal cortex. It can be assumed that the hormonal blood status in sportsmen following physical effort should be similar to what would be observed in clinical studies following pharmacological stimulation. In the literature there are no descriptions of either hormonal or metabolic reaction to the competition effort in boxers. Taking into consideration the determined correlation between the length of boxing career and the hormonal activity of the pituitary gland stimulated in the course of tests involving insulin or HGH tropic hormone, i.e. GHRH (Growth Hormone Release Hormone), or arginine [14, 27], correlations of similar nature may be expected in cardiac stress tests. The objective of the study was to determine the post-competition blood status of C, T, HGH and LA in boxers immediately after a 3-round boxing match during an official boxing tournament and to refer the obtained results to the age and total life-time number of boxing matches.

### Material and methods

The study group consisted of amateur boxers ( $n = 15$ ), classified into various weight categories (57-91 kg), who participated in the Feliks Stamm International Boxing Tournament in 2009. Table 1 shows the characteristic features of the study participants: age, outcome of the first match in the tournament represented by the ratio of points scored to points lost, total life-time number of boxing matches, including the number of lost matches for 11 winners and 4 defeated contestants.

**Table 1.** Selected variables for the winners and defeated contestants in the first match of the tournament. Reference variability range is shown in the brackets

Variable	Winners N = 11	Defeated contestants N = 4	P-value (M-W test)
Age (years)	21.4 ± 1.7 (20-25)	21.5 ± 1.3 (20-23)	P < 0.683
Outcome of the 1st match in the tournament (scores)	3.7 ± 5.2 (1.2-16)	0.11 ± 0.10 (0.0-0.2)	P < 0.004
Total number of matches	121.1 ± 21.3 (91-175)	129.5 ± 23.6 (95-148)	P < 0.239
Total number of defeats	22.1 ± 5.3 (15-30)	23.3 ± 6.8 (14-30)	P < 0.793

Throughout their boxing career, the boxers used helmets both in the official and sparring matches. Capillary blood samples were collected from the study participants from the earlobe in the 3rd minute following the match. The LA blood status was tested using the DR LANGE (GERMANY) apparatus, and the same blood plasma samples were used to determine the C, T and HGH levels by way of the immunoenzymatic assay on the DRG (GERMANY) apparatus. The anabolic-catabolic ratio was determined based on the T/C × 100 formula. The statistical calculations were performed using the statistical software STATISTICA, ver. 8.0. For the entire group ( $n = 15$ ), linear correlations were tested. Due to the non-standard distribution of all the variables, the non-parametric Mann-Whitney U test (M-W test) was employed to evaluate the differences between the mean parameters determined for the winners and defeated contestants. The study protocol was approved by the Ethics Committee, and the contestants, having been informed of the potential risks and benefits, agreed to participate in the study.

### Results

Table 2 shows blood status of the parameters analysed after the boxing match.

**Table 2.** Mean values, standard deviation and reference range (in brackets) of serum cortisol (C), testosterone (T), T/C ratio, growth hormone (HGH) and lactate (LA) after the first match in the tournament for both winners and defeated contestants

Item	C (nmol/L)	T (nmol/L)	T/C*100	HGH ng/ml	LA mmol/L
Winners (N=11)	577 ± 112 (410-766)	12.7 ± 3.9 (6.4-21.6)	2.3 ± 0.9 (0.9-3.9)	62.1 ± 36.6 (8.0-132.0)	12.0 ± 4.6 (4.9-20.1)
Defeated contestants (N=4)	663 ± 40 (615-706)	8.7 ± 5.9 (3.0-14.1)	1.3 ± 0.9 (0.5-2.3)	69.6 ± 35.8 (46.4-123.0)	14.3 ± 5.3 (7.0-19.2)
Total group (N=15)	600 ± 104 (410-766)	11.6 ± 4.7 (3.0-21.6)	2.0 ± 1.0 (0.5-3.9)	64.1 ± 35.3 (8.0-132.0)	12.6 ± 4.7 (4.9-20.1)
P-value (M-W test) Winners vs. defeated contestants	P < 0.191	P < 0.514	P < 0.089	P < 0.896	P < 0.473

Following the match, the mean T blood status of the winners decreased by 31%, and those of LA and C by 19% and 15% respectively, as compared to the defeated contestants. In consequence, the T/C ratio of the winners was lower by 43% than that of the defeated contestants. The differences between the mean values were not statistically significant, probably due to the small number of participants in both groups. The correla-

tion coefficient between the growth hormone level and the T/C x 100 ratio was statistically significant for the entire group (n = 15) (r = -0.528\*, p < 0.05). Less explicit and insignificant correlation was determined between the T and HGH levels (r = -0.463). No correlation was found between the levels of specific hormones and LA. The LA blood status correlated negatively with the ratio of points scored to points lost (r = -0.516\*, p < 0.05). For the entire group no significant correlations were determined between the age and the level of HGH (r = 0.321), C (r = 0.364), T (r = -0.393) or LA (r = 0.08). Correspondingly, no significant correlation coefficients between the total number of boxing matches and parameters referred to above: 0.06, 0.012, 0.114 and 0.332 respectively. The significant correlation (r = 0.607, p < 0.05) between the age and the total number of matches indicates similar career development. No correlation was found between the assayed blood parameters and the weight category of individual contestants.

### Discussion

As a result of maximal physical effort of the study participants, maximal HGH blood status was observed. The laboratory tests conducted by Ehrnborg et al. [13] among male sportsmen practising various disciplines (Alpine skiing, cross-country skiing, road bicycle racing, track cycling, rowing, triathlon, tennis, football and weightlifting) in laboratory conditions, where each group performed a specific maximal stress test, showed an average post-effort increase in the HGH level from 1.5 ng/ml (0.0 – 14.3 ng/ml) before the test to 12.6 ng/ml (0.0 – 67.7 ng/ml). The average level following this physical effort in laboratory conditions was several times lower than the average value recorded in this study after each boxing match, which could be considered indicative of considerable contribution of emotions accompanying the boxing tournament to the stimulation of the pituitary gland. On the other hand, no correlation between the level of HGH (r = -0.211), C (r = 0.157) and T (r = -0.110), and relatively diverse LA levels (7.0 – 20.1 mmol/L) may indicate negligible impact of different effort intensity on to what extent the pituitary gland, renal cortex and gonads are stimulated. Furthermore, the range of post-effort HGH levels was extensive in both tests. The tests performed by Ehrnborg et al. [13] included at least one case of post-effort hormone level being below the detection threshold, which was assumed as 0.0 ng/ml, and the intersubject variability of the post-effort HGH levels expressed by way of the coefficient of variability (CV%) was in various groups of sportsmen higher (100.0%) than in the participants of this study (55.1%). It can be assumed that the enormous differentiation of HGH responses to psychophysical stimuli in boxers is attributable to a variety of non-controlled factors, which play a similar role in the varied reactions of the pituitary gland to the stimulation tests in the patients diagnosed for HGH deficiency [9]. On account of the above, there is no reason to state that the group-lowest level of the growth hormone (8.0 ng/ml) detected in one contestant was caused by the greatest number of boxing matches (n = 175) as compared to the average number (n = 119.6) in the case of the other fourteen participants.

The study has shown certain differences between the C, T and LA levels of the winners and the defeated contestants, although due to the small number of the study participants, in

particular in the group of the defeated contestants, these differences were not significant. The results may indicate that the contestants aware of a possibly unsuccessful result are to a greater extent involved in their physical effort. Such indication is provided by a slightly higher LA level which, as already mentioned, shows the level of physical effort intensity, and higher levels of C and HGH, hormones considered to be indicators of psychophysical stress. Furthermore, the unsuccessful contestants had slightly lower T level. This four-person group included two boxers whose testosterone levels (3.0 and 4.2 nmol/L) were over 3 times lower as compared to the average value (12.9 ± 3.6 nmol/L) in the other thirteen contestants, and nearly 2 times below the bottom line of the reference range for healthy males (8.2 nmol/L). The only case of similar androgenic condition was determined in a kickboxer within 2 weeks after a match which resulted in a head injury [29]. Probably, the post-competition T deficiency discovered in the two boxers occurred earlier, before the match, as a result of considerable stress caused by the anticipation of a difficult task ahead [6] or, in more radical terms, pre-competition reduction of the body mass, practised sometimes by combat sports contestants [10]. Certainly, the reduced T level does not entirely determine the competition result in combat sports, but it decreases the probability of success, which was shown in the studies among judo contestants [21, 24]. This mechanism is based on the impact of higher T level resulting in shorter reaction time [20], and it is indicative of offensive performance of contestants during the competition [25].

### Conclusions

1. High HGH blood status was observed in amateur boxers aged 20-25 after a 3-round boxing match. This result gives no reason to suspect hormonal deficiency of the pituitary gland.
2. Boxing matches cause significant and ontogenetically diverse lactic acidosis.
3. Average post-match hormone and metabolic blood status were relative to the result of the match.
4. Due to the small number of the study participants, in particular in the group of the defeated contestants, the obtained results should be interpreted with great care.

### Literature

1. Agha A., Rogers B., Sherlock M., O' Kelly P., Tormey W., et al. (2004) Anterior pituitary dysfunction in survivors of traumatic brain injury. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 98, 4929-4936.
2. Asplund C.A., McKeag D.B., Olsen C.H. (2004) Sport-related concussion: factors associated with prolonged return to play. *Clin. J. Sport Med.*, 14, 339-343.
3. Berman D.S. (2009) Could performance-enhancing drugs be responsible for small pituitary volume in retired boxers? *Ann. Intern. Med.*, 150, 144 (author reply).
4. Bondanelli M., Ambrosio M.R., Zatelli M.C., De Marinis L., Uberti E.C. (2005) Hypopituitarism after traumatic brain injury. *Eur. J. Endocrinol.*, 152, 679-69.
5. Butler R.J. (1994) Neuropsychological investigation of amateur boxers. *Br. J. Sport Med.*, 28, 187-190.

6. Chatterton R.T., Jr, Vogelsong K.M., Lu Y.C., Hudgens G.A. (1997) Hormonal responses to psychological stress on men preparing for skydiving. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 82, 2503-2509.
7. Clausen H., McCrory P., Anderson V. (2005) The risk of chronic traumatic brain injury in professional boxing: change in exposure variables over the past century. *Br. J. Sports Med.*, 39, 661-664.
8. Collie A., Darby D., Maruff P. (2001) Computerised cognitive assessment of athletes with sports related head injury. *Br. J. Sports Med.*, 35, 297-302.
9. Cornelli G., Di Somma C., Baldelli R., Rovere S., Gasco V., et al. (2005) The cut-off limits of the GH responses to Gh-releasing hormone-arginine test related to body mass index. *Eur. J. Endocrinol.*, 153, 257-264.
10. Degoutte F., Jouanel P., Bégue R.J., Colombier M., Lac G., et al. (2006) Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int. J. Sports Med.*, 27, 9-18.
11. Delaney J.S., Lacroix V.J., Leclerc S., Johnston K.M. (2002) Concussions among university football and soccer players. *Clin. J. Sport Med.*, 12, 331-338.
12. Echemendia R.J., Putukian M., Mckin R.S., Julian L., Shoss N. (2001) Neuropsychological test performance prior to and following sport-related mild traumatic brain injury. *Clin. J. Sport Med.*, 11, 23-31.
13. Ehrnborg C., Lange K.H.W., Dall R., Christiansen J.S., Lundberg P.A., et al. (2003) The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in responses to a maximum exercise test. *J. Clin. Metab. Endocrinol.*, 88, 394-401.
14. Kelestimur F., Tanriverdi F., Atmaca H., Unluhizarci K., Selcuklu A., et al. (2004) Boxing is a sport activity associated with isolated GH deficiency. *J. Endocrinol. Invest.*, 27, RC28-32.
15. Koh J.G., Cassidy J.D. (2002) Incidence study of head blows and concussion in competition taekwondo. *Clin. J. Sport Med.*, 14, 72-79.
16. McCrea M., Guskiewicz K.M., Marshall S.W., Barr W., Randolph C., et al. (2003) Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players; the NCAA Concussion Study. *JAMA*, 19, 2556-2563.
17. McCrea M., Guskiewicz K.M., Marshall S.W., Barr W., Randolph C., et al. (2003) Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA*, 290, 2556-2563.
18. McCrory P., Zazryn T., Cameron P. (2007) The evidence for chronic traumatic encephalopathy in boxing. *Sports Med.*, 37, 467-476.
19. Moriarity J., Collie A., Olson D., Buchanan J., Leary P., et al. (2004) A prospective controlled study of cognitive function during an amateur boxing tournament. *Neurology*, 11, 1497-1502.
20. Müller M.J. (1994) Salivary testosterone and simple reaction time parameters. *Neuropsychobiology*, 30, 173-177.
21. Obmiński Z. (2009) Pre- and post-start hormone levels in blood as an indicator of psycho-physiological load with competing junior judo competitors. *Pol. J. Sport Tourism*, 16, 158-165.
22. Ravdin L.D., Barr W.B., Jordan B., Lathan W.H., Relkin N.R. (2003) Assessment of cognitive recovery following sports related head trauma in boxers. *Clin. J. Sport Med.*, 13, 21-27.
23. Ryan A.J. (1998) Intracranial injuries resulting from boxing. *Clin. Sports Med.*, 17, 155-168.
24. Salvador A., Suay F., Gonzales-Bono E., Serrano M.A. (2003) Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 364-375.
25. Salvador A., Suay F., Martinez-Sanchis S., Simon V.M., Brain P.F. (1999) Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. *Physiol. Behav.*, 15, 205-209.
26. Schneider H.J., Schneider M., Saller B., Petersenn S., Husemann M. Uhr., et al. (2006) Prevalence of anterior pituitary insufficiency 3 and 12 months after traumatic brain injury. *Eur. J. Endocrinol.*, 154, 259-265.
27. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Coksevim B., Selcuklu A., Casanueva F.F., et al. (2007) Kickboxing sport as a new cause of traumatic brain injury-mediated hypopituitarism. *Clin. Endocrinol. (Oxf)*, 66, 360-366.
28. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Kocyigit I., Tuna I.S., Karaca Z., et al. (2008) Brief communication: Pituitary volume and function in competing and retired male boxers. *Ann. Intern. Med.*, 148, 827-831.
29. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Selcuklu A., Casanueva F.F., Kelestimur F. (2007) Transient hypogonadotropic hypogonadism in an amateur kickboxer after head trauma. *J. Endocrinol. Invest.*, 30, 150-152.
30. Zazryn T., Cameron P., McCrory P. (2006) A prospective cohort study of injury in amateur and professional boxing. *J. Sports Med.*, 40, 670-674.
31. Zazryn T., McCrory P.R., Cameron P.A. (2009) Injury rates and risk factors in competitive professional boxing. *Clin. J. Sport Med.*, 19, 20-25.

Submitted: August 19, 2009

Accepted: September 21, 2009

# HORMONALNY I METABOLICZNY STATUS WE KRWI BOKSERÓW PO 3-RUNDOWEJ WALCE

## *Hormonalny i metaboliczny status*

ZBIGNIEW OBMIŃSKI<sup>1</sup>, ELŻBIETA HÜBNER-WOŹNIAK<sup>2</sup>, STANISŁAW ŁAKOMIEC<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Sportu w Warszawie, Zakład Endokrynologii

<sup>2</sup> Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zakład Biochemii

<sup>3</sup> Polska Federacja Boks, Warszawa

Adres do korespondencji: Zbigniew Obmiński, Instytut Sportu, Zakład Endokrynologii,  
ul. Trylogii 2/16, 01-982 Warszawa, tel.: 022 8340812 wew. 259, kom. 0508545831,  
fax: 022 8350977, e-mail: zbigniew.obminski@insp.waw.pl

**Streszczenie:** Boks należy do sportów walki, w którym efekty licznych urazów głowy w czasie zawodów mogą prowadzić do zaburzeń neurologicznych oraz upośledzonej hormonalnej czynności przysadki mózgowej i deficytu hormonu wzrostu. Publikacje różnych autorów wskazują na fakt, że stopień tego ryzyka wzrasta wraz z długością kariery sportowej i/lub liczbą rozegranych walk. Zaburzenia hormonalne u bokserów i kickboksersów wykazały kliniczne testy farmakologicznej stymulacji przysadki. Dotychczas w literaturze nie opisano ani hormonalnej, ani metabolicznej reakcji u bokserów na intensywny wysiłek fizyczny będący stymulatorem systemów hormonalnych. Celem pracy było określenie u bokserów amatorów, uczestników Międzynarodowego Turnieju Bokserskiego pamięci Feliksa Stamma, powysiłkowych stężeń we krwi hormonu wzrostu (HGH), kortyzolu (C), testosteronu (T) i mleczanu (LA) bezpośrednio po 3-rundowej walce, w odniesieniu do wieku i całkowitej liczby rozegranych walk. Wyniki ujawniły bardzo wysoki średni poziom HGH i zaskakująco szeroki zakres jego stężeń (8,0-132,0 ng/ml). Stężenie HGH nie zależało od względnej intensywności wysiłku, którego miarą było stężenie mleczanu (4,9-20,1 mmol/L), lecz korelowało z wartością wskaźnika anaboliczno-katabolicznego ( $r = -0,528^*$ ,  $p < 0,05$ ). Średnie wartości C i LA były nieco wyższe, a wartość T nieco niższa u zawodników przegranych ( $n = 4$ ) niż u zwycięzców ( $n = 11$ ). Nie odnotowano zależności między wiekiem i liczbą stoczonych walk, a mierzonymi parametrami we krwi u bokserów. Wyniki badań hormonalnych nie dają podstaw do podejrzeń o dysfunkcję przysadki i nadnerczy. Bardzo niskie wartości T u dwóch zawodników (3,0 i 4,2 nmol/L) są trudne do wyjaśnienia bez danych zebranych w warunkach neutralnych.

**Słowa kluczowe:** boks, zawody, hormony, mleczan

### Wstęp

Uprawianie niektórych dyscyplin sportowych zaliczanych do sportów kontaktowych np. taekwon-do [15], futbolu [16], piłki nożnej [11], koszykówki i zapasów [2] niesie ze sobą ryzyko urazów głowy, w tym wstrząśnienia mózgu. Najczęściej na urazy głowy narażeni są zawodnicy boks amatorskiego i zawodowego, u których szkodliwe dla zdrowia skutki uprawiania sportu wzrastają wraz z długością kariery sportowej [7, 30, 31]. Szczególną uwagę zwracają w tym sporcie zaburzenia neurologiczne jako następstwo powtarzających się mikro-urazów głowy. Wczesne badania z połowy lat dziewięćdziesiątych sugerowały, że spoczynkowy, neuropsychologiczny status zawodników boks amatorskiego nie odbiega od tego, który zarejestrowano u osób zdrowych, a nieznaczne pogorszenie czasu reakcji u sportowców starszych, z wieloletnią karierą uznano za zjawisko naturalne, związane z wiekiem badanych [5]. Jednak późniejsze obserwacje wykazały bezpośredni związek pomiędzy długością kariery sportowej i liczbą stoczonych walk, a częstością występowania chronicznej encefalopatii [23]. Wprowadzenie technicznie zaawansowanych komputerowych testów pozwoliło ocenić ilościowe i jakościowe pogorszenia funkcji poznawczych (zdolność uczenia, zapamię-

tywania, szybkość przetwarzania informacji itp.) po urazach mózgu u sportowców różnych dyscyplin, najczęściej piłkarzy nożnych [8, 12, 17]. Podobnie badania przeprowadzane wśród bokserów bezpośrednio przed i po walce ujawniły pogorszenie niektórych funkcji poznawczych po wysiłku startowym, oraz ich stopniową poprawę w okresie 1-miesięcznej restytucji [22]. Inni autorzy badali czas reakcji (prosty i z wyborem) oraz zdolność zapamiętywania i uczenia u zawodników w czasie 7-dniowego turnieju bokserskiego. Odnotowali oni wydłużenie obu czasów reakcji w okresie 2 godzinnej restytucji po walce u tych zawodników, którzy na wniosek sędziego musieli przerwać walkę z powodu znacznej przewagi przeciwnika [19]. W 2007 roku opublikowano przeglądowy artykuł [18] dostarczający ostatecznych dowodów na występowanie chronicznej encefalopatii u bokserów (amatorów i zawodowców), jednak jak przyznają autorzy, brak jest aktualnych epidemiologicznych badań wśród sportowców, którzy rozpoczęli karierę po wprowadzeniu nowych reguł walki, które mają zmniejszyć ryzyko utraty zdrowia (np. obowiązek stosowania kasków w czasie zawodów).

Urazy głowy prowadzące do wstrząśnienia mózgu mają ujemny wpływ na funkcjonowanie hormonalnej czynności przysadki mózgowej (hypopituitarism), co ujawniono w bada-

niach ofiar różnych wypadków. Hormonalna dysfunkcja przysadki przejawia się jako ograniczona zdolność do wydzielania głównie GHG, prowadzącą do jego deficytu we krwi [1, 26], ale także jako zaburzenia w wydzielaniu innych przysadkowych hormonów, m.in. adrenokortykotropiny (ACTH) i hormonu luteotropowego (LH) odpowiedzialnych za biosyntezę i wydzielanie do krwi odpowiednio C u kobiet i u mężczyzn oraz T u mężczyzn [4]. Badania zdolności przysadki do wydzielania GHG i ACTH przeprowadza się stosując farmakologiczną stymulację tego gruczołu i następnie mierzenie zmiany stężeń wspomnianych hormonów we krwi. Ta metoda badań zastosowana u zawodników z wieloletnią karierą sportową ujawniła deficyt GHG u 45% badanych bokserów [14] i prawie 23% kickboksersów [27]. Inni autorzy odnoszili znaczącą, ujemną korelację między odpowiedzią IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1) i GHG na farmakologiczną stymulację, a długością kariery sportowej i ilością stoczonych walk u bokserów [28]. Badania te potwierdzają związek między mikro urazami głowy, a objawami niedoczynności przysadki. Pomimo tego, Berman [3] lansuje hipotezę, że za deficyt hormonów przysadki u sportowców może być odpowiedzialne nadużywanie nielegalnych środków farmakologicznych.

Wiadomo, że bardzo intensywny wysiłek fizyczny stymuluje przysadkę do sekrecji m.in. GHG i ACTH. Ten drugi hormon odpowiada za sekrecję kortyzolu z kory nadnerczy. Można przyjąć, że obraz hormonalny we krwi po wysiłku u sportowców powinien być podobny do tego, który obserwowano by w badaniach klinicznych po stymulacji farmakologicznej. W literaturze nie opisano ani hormonalnych ani metabolicznych reakcji na wysiłek startowy u bokserów. Biorąc pod uwagę odnotowany związek pomiędzy długością kariery sportowej boksera, a czynnością hormonalną przysadki mózgowej stymulowanej w teście z insuliną lub z hormonem tropowym dla GHG tj. GHRH (Growth Hormone Release Hormone) z argininą [14, 27], można oczekiwać podobnych relacji w czasie badań wysiłkowych. Celem pracy było określenie u bokserów powysiłkowych stężeń C, T, GHG i LA we krwi bokserów bezpośrednio po zakończonej 3-rundowej walce podczas oficjalnego turnieju bokserskiego i odniesienie uzyskanych wyników do wieku i liczby rozegranych walk w całej karierze sportowej.

### Material i metody

W badaniach udział wzięli zawodnicy boks amatorskiego (n = 15), z różnych kategorii wagowych (57-91 kg), którzy byli uczestnikami Międzynarodowego Turnieju Bokserskiego pamięci Feliksa Stamma w 2009 r. W Tabeli 1 przedstawiono charakterystykę badanych bokserów: wiek, wynik pierwszej walki w turnieju wyrażony wskaźnikiem będącym stosunkiem punktów zdobytych do straconych, liczbę wszystkich walk rozegranych w całej karierze sportowej, w tym liczbę walk przegranych u 11 zwycięzców i 4 zawodników zwyciężonych.

**Tabela 1.** Wybrane zmienne w grupie zwycięzców i zawodników zwyciężonych w pierwszej walce turnieju. W nawiasach podano zakres zmienności

Zmienne	Zwycięzcy N = 11	Przegranani N = 4	Wartość P (M-W test)
Wiek (lata)	21,4 ± 1,7 (20-25)	21,5 ± 1,3 (20-23)	P < 0,683
Wynik I walki w turnieju (punktacja)	3,7 ± 5,2 (1,2-16)	0,11 ± 0,10 (0,0-0,2)	P < 0,004
Liczba wszystkich walk	121,1 ± 21,3 (91-175)	129,5 ± 23,6 (95-148)	P < 0,239
Liczba walk przegranych	22,1 ± 5,3 (15-30)	23,3 ± 6,8 (14-30)	P < 0,793

Zawodnicy w całej swojej karierze w czasie walk oficjalnych i sparingowych stosowali kaski ochronne. Krew kapilarną pobierano od badanych z płątką ucha w 3 minucie po zakończonej walce. We krwi oznaczano stężenie LA zestawem DR LANGE (GERMANY), a w tej samej próbce osocza, stężenia C, testosteronu T i GHG metodą immunoenzymatyczną (ELISA) zestawami DRG (GERMANY). Wartość równowagi anaboliczno-katabolicznej określono przy użyciu wskaźnika będącego stosunkiem stężeń T/C x 100. Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu pakietu statystycznego STATISTICA wersja 8.0. Dla całej grupy (n = 15) zbadano liniowe zależności korelacyjne. Z uwagi na brak normalności rozkładu wszystkich zmiennych zastosowano nieparametryczny test U Manna-Whitneya (M-W) do oceny różnic średnich parametrów odnotowanych w grupie zwycięzców i przegranych. Protokół badań został zatwierdzony przez komisję etyczną, a zawodnicy po uzyskaniu informacji o potencjalnych zagrożeniach i korzyściach wyrazili ustną zgodę na udział w badaniach.

### Wyniki

W Tabeli 2 przedstawiono stężenia mierzonych parametrów we krwi po walce u bokserów.

**Tabela 2.** Wartości średnich, SD i zakresy (w nawiasach), osoczewego kortyzolu (C), testosteronu (T), wartości stosunku T/C i hormonu wzrostu (GHG) oraz mleczanu (LA) we krwi po pierwszej walce w turnieju u zwyciężonych i przegranych bokserów

Wyszczególnienie	C (nmol/L)	T (nmol/L)	T/C*100	GHG ng/ml	LA mmol/L
Zwycięzcy (N=11)	577 ± 112 (410-766)	12,7 ± 3,9 (6,4-21,6)	2,3 ± 0,9 (0,9-3,9)	62,1 ± 36,6 (8,0-132,0)	12,0 ± 4,6 (4,9-20,1)
Przegranani (N=4)	663 ± 40 (615-706)	8,7 ± 5,9 (3,0-14,1)	1,3 ± 0,9 (0,5-2,3)	69,6 ± 35,8 (46,4-123,0)	14,3 ± 5,3 (7,0-19,2)
Cała grupa (N=15)	600 ± 104 (410-766)	11,6 ± 4,7 (3,0-21,6)	2,0 ± 1,0 (0,5-3,9)	64,1 ± 35,3 (8,0-132,0)	12,6 ± 4,7 (4,9-20,1)
Wartość P (test M-W)					
Zwycięzcy vs. Przegranani	P < 0,191	P < 0,514	P < 0,089	P < 0,896	P < 0,473

Po walce średnie stężenie T u zwycięzców było wyższe o 31%, a LA i C niższe odpowiednio o 19% i 15% niż u przegranych. W efekcie wartość wskaźnika T/C była o 43% niższa u przegranych niż u zwycięzców. Różnice między średnimi nie były statystycznie znaczące prawdopodobnie z powodu małej liczby badanych w obu grupach. W całej grupie zawodników (n = 15), odnotowano znaczącą statystycznie wartość współczynnika korelacji między stężeniem hormonu wzrostu, a wartością wskaźnika T/C x 100 (r = -0,528\*, p < 0,05). Mniej wyraźna i nie znamienna korelacja wystąpiła pomiędzy T a GHG (r = -0,463). Nie odnotowano korelacji między stężeniami hormonów, a poziomem LA. Stężenie LA znacząco korelowało ujemnie ze stosunkiem między liczbą punktów zyskanych a straconych (r = -0,516\*, p < 0,05). W całej grupie nie odnotowano istotnych zależności między wiekiem a stężeniami GHG (r = 0,321), C (r = 0,364), T (r = -0,393) i LA (r = 0,08). Podobnie nie było znaczących współczynników korelacji między liczbą rozegranych walk, a wymienionymi wcześniej parametrami odpowiednio: 0,06, 0,012, 0,114 i 0,332. Znacząca korelacja (r = 0,607\*, p < 0,05) między wiekiem, a liczbą stoczonych walk sugeruje podobny u wszystkich przebieg kariery sportowej. Nie odnotowano korelacji między oznaczanymi parametrami we krwi, a kategorią wagową zawodników.

## Dyskusja

W następstwie maksymalnego wysiłku fizycznego wykonanego przez badanych sportowców obserwowano maksymalne stężenia HGH we krwi. Badania laboratoryjne przeprowadzone przez Ehrnborga i wsp. [13] wśród mężczyzn, sportowców różnych dyscyplin (narciarstwo alpejskie i biegowe, kolarstwo szosowe i torowe, wioślarstwo, triathlon, tenis, futbol i podnoszenie ciężarów) w warunkach laboratoryjnych, gdzie każda z grup wykonała maksymalny specyficzny test wysiłkowy ujawniły średni powysiłkowy wzrost poziomu HGH z 1,5 ng/ml (0,0-14,3 ng/ml) przed wysiłkiem do 12,6 ng/ml (0,0-67,7 ng/ml). Średnie stężenie po tym laboratoryjnym wysiłku było kilkakrotnie niższe od średniej zarejestrowanej przez nas po walce bokserskiej, co mogłoby wskazywać na znaczący udział emocji towarzyszących zawodom bokserskim w aktywacji przysadki mózgowej. Z drugiej strony brak korelacji pomiędzy poziomem HGH ( $r = -0,211$ ), C ( $r = 0,157$ ) i T ( $r = -0,110$ ), a dość zróżnicowanym stężeniem mleczanu (7,0-20,1 mmol/L) zdaje się sugerować znikomy wpływ różnej intensywności wysiłku na wielkość stymulacji przysadki mózgowej, kory nadnerczy i gonad. Ponadto w obu badaniach zakres powysiłkowych stężeń HGH był ogromny. W badaniach Ehrnborga i wsp. [13] odnotowano przynajmniej jeden przypadek powysiłkowego poziomu hormonu poniżej progu detekcji, co umownie przyjęto za stężenie 0,0 ng/ml, a między-osobnicza zmienność powysiłkowych stężeń HGH wyrażona współczynnikiem zmienności (CV%) była w różnych grupach sportowców większa (100,0%) niż u badanych przez nas bokserów (55,1%). Można przyjąć, że za ogromne zróżnicowanie reakcji HGH na bodźce psychofizyczne u bokserów odpowiada szereg niekontrolowanych przez nas czynników, które odgrywają podobną rolę w zróżnicowanych reakcjach przysadki na testy stymulacji u pacjentów ze zdiagnozowanym deficytem HGH [9]. Biorąc to pod uwagę nie mamy podstaw do stwierdzenia, że za najniższy w grupie poziom hormonu wzrostu (8,0 ng/ml) odnotowany u jednego zawodnika odpowiadała największa liczba rozegranych przez niego walk ( $n = 175$ ), w porównaniu ze średnią ( $n = 119,6$ ) u pozostałych czternastu.

Badania ujawniły pewne różnice w poziomach C, T i LA u zwycięzców i przegranych, chociaż z powodu małej liczby badanych, zwłaszcza w grupie przegranych zawodników, różnice nie były znamienne. Wyniki mogą sugerować, że zawodnicy świadomi niepomyślnego dla nich przebiegu walki w większym stopniu angażują się w wysiłek fizyczny. Świadczy o tym nieco wyższy powysiłkowy poziom LA będący, jak wspomniano, miarą intensywności wysiłku, oraz wyższe stężenie C i HGH, hormonów uznanych za wskaźniki stresu psychofizycznego. Ponadto zawodnicy, którzy ponieśli porażkę prezentowali nieco niższy poziom T. W tej czteroosobowej grupie było dwóch bokserów, u których stężenia testosteronu (3,0 i 4,2 nmol/L) były ponad 3-krotnie niższe od wartości średniej ( $12,9 \pm 3,6$  nmol/L) u pozostałych trzynastu i prawie 2-krotnie niższe od dolnej granicy zakresu referencyjnego u zdrowych mężczyzn (8,2 nmol/L). Jedyne przypadki podobnego statusu androgenicznego odnotowano u kickboksera w okresie 2 tygodni po walce zakończony urazem głowy [29]. Ujawniony u dwóch bokserów postartowy deficyt T prawdopodobnie musiał wystąpić wcześniej, przed walką, jako efekt silnego stresu wywołanego antycypacją trudnego zadania [6] lub drastycznej, przed startowej redukcji masy ciała praktykowanej niekiedy przez zawodników sportów walk [10]. Oczywiście, obniżony poziom T nie przesądza całkowicie o wyniku rywalizacji w sportach walki, ale zmniejsza szansę sukcesu, co pokazały badania przeprowadzone wśród zawodników judo [21, 24]. Mechanizm ten oparty jest m.in. na wpływie podwyższonego poziomu T na skrócenie czasu reakcji [20] oraz wskazuje na ofensywne zachowanie zawodników w czasie zawodów [25].

## Wnioski

- Po 3-rundowej walce bokserskiej u bokserów amatorów w wieku 20-25 lat zaobserwowano we krwi wysokie stężenia HGH. Wynik ten nie daje podstaw do podejrzeń o hormonalną niedoczynność przysadki mózgowej.
- Walka bokserska wywołała znaczną i osobniczo zróżnicowaną kwasicę mleczanową.
- Średni obraz hormonalny i metaboliczny we krwi po walce zależał od jej wyniku.
- Z powodu małej liczby badanych, zwłaszcza w grupie przegranych zawodników, do interpretacji otrzymanych wyników należy podchodzić z dużą ostrożnością.

## Piśmiennictwo

- Agha A., Rogers B., Sherlock M., O'Kelly P., Tormey W., et al. (2004) Anterior pituitary dysfunction in survivors of traumatic brain injury. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 98, 4929-4936.
- Asplund C.A., McKeag D.B., Olsen C.H. (2004) Sport-related concussion: factors associated with prolonged return to play. *Clin. J. Sport Med.*, 14, 339-343.
- Berman D.S. (2009) Could performance-enhancing drugs be responsible for small pituitary volume in retired boxers? *Ann. Intern. Med.*, 150, 144 (author reply).
- Bondanelli M., Ambrosio M.R., Zatelli M.C., De Marinis L., Uberti E.C. (2005) Hypopituitarism after traumatic brain injury. *Eur. J. Endocrinol.*, 152, 679-69.
- Butler R.J. (1994) Neuropsychological investigation of amateur boxers. *Br. J. Sport Med.*, 28, 187-190.
- Chatterton R.T., Jr, Vogelsong K.M., Lu Y.C., Hudgens G.A. (1997) Hormonal responses to psychological stress on men preparing for skydiving. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 82, 2503-2509.
- Clausen H., McCrory P., Anderson V. (2005) The risk of chronic traumatic brain injury in professional boxing: change in exposure variables over the past century. *Br. J. Sports Med.*, 39, 661-664.
- Collie A., Darby D., Maruff P. (2001) Computerised cognitive assessment of athletes with sports related head injury. *Br. J. Sports Med.*, 35, 297-302.
- Cornelli G., Di Somma C., Baldelli R., Rovere S., Gasco V., et al. (2005) The cut-off limits of the GH responses to Gh-releasing hormone-arginine test related to body mass index. *Eur. J. Endocrinol.*, 153, 257-264.
- Degoutte F., Jouanel P., Bégue R.J., Colombier M., Lac G., et al. (2006) Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int. J. Sports Med.*, 27, 9-18.
- Delaney J.S., Lacroix V.J., Leclerc S., Johnston K.M. (2002) Concussions among university football and soccer players. *Clin. J. Sport Med.*, 12, 331-338.
- Echemendia R.J., Putukian M., Mckin R.S., Julian L., Shoss N. (2001) Neuropsychological test performance prior to and following sport-related mild traumatic brain injury. *Clin. J. Sport Med.*, 11, 23-31.
- Ehrnborg C., Lange K.H.W., Dall R., Christiansen J.S., Lundberg P.A., et al. (2003) The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in responses to a maximum exercise test. *J. Clin. Metab. Endocrinol.*, 88, 394-401.
- Kelestimir F., Tanriverdi F., Atmaca H., Unluhizarci K., Selcuklu A., et al. (2004) Boxing is a sport activity associated with isolated GH deficiency. *J. Endocrinol. Invest.*, 27, RC28-32.

15. Koh J.G., Cassidy J.D. (2002) Incidence study of head blows and concussion in competition taekwondo. *Clin. J. Sport Med.*, 14, 72-79.
16. McCrea M., Guskiewicz K.M., Marshall S.W., Barr W., Randolph C., et al. (2003) Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA*, 19, 2556-2563.
17. McCrea M., Guskiewicz K.M., Marshall S.W., Barr W., Randolph C., et al. (2003) Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA*, 290, 2556-2563.
18. McCrory P., Zazryn T., Cameron P. (2007) The evidence for chronic traumatic encephalopathy in boxing. *Sports Med.*, 37, 467-476.
19. Moriarity J., Collie A., Olson D., Buchanan J., Leary P., et al. (2004) A prospective controlled study of cognitive function during an amateur boxing tournament. *Neurology*, 11, 1497-1502.
20. Müller M.J. (1994) Salivary testosterone and simple reaction time parameters. *Neuropsychobiology*, 30, 173-177.
21. Obmiński Z. (2009) Pre- and post-start hormone levels in blood as an indicator of psycho-physiological load with competing junior judo competitors. *Pol. J. Sport Tourism*, 16, 158-165.
22. Ravdin L.D., Barr W.B., Jordan B., Lathan W.H., Relkin N.R. (2003) Assessment of cognitive recovery following sports related head trauma in boxers. *Clin. J. Sport Med.*, 13, 21-27.
23. Ryan A.J. (1998) Intracranial injuries resulting from boxing. *Clin. Sports Med.*, 17, 155-168.
24. Salvador A., Suay F., Gonzales-Bono E., Serrano M.A. (2003) Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 364-375.
25. Salvador A., Suay F., Martinez-Sanchis S., Simon V.M., Brain P.F. (1999) Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. *Physiol. Behav.*, 15, 205-209.
26. Schneider H.J., Schneider M., Saller B., Petersenn S., Husemann M. Uhr., et al. (2006) Prevalence of anterior pituitary insufficiency 3 and 12 months after traumatic brain injury. *Eur. J. Endocrinol.*, 154, 259-265.
27. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Coksevim B., Selcuklu A., Casanueva F.F., et al. (2007) Kickboxing sport as a new cause of traumatic brain injury-mediated hypopituitarism. *Clin. Endocrinol. (Oxf.)*, 66, 360-366.
28. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Kocyigit I., Tuna I.S., Karaca Z., et al. (2008) Brief communication: Pituitary volume and function in competing and retired male boxers. *Ann. Intern. Med.*, 148, 827-831.
29. Tanriverdi F., Unluhizarci K., Selcuklu A., Casanueva F.F., Kelestimur F. (2007) Transient hypogonadotropic hypogonadism in an amateur kickboxer after head trauma. *J. Endocrinol. Invest.*, 30, 150-152.
30. Zazryn T., Cameron P., McCrory P. (2006) A prospective cohort study of injury in amateur and professional boxing. *J. Sports Med.*, 40, 670-674.
31. Zazryn T., McCrory P.R., Cameron P.A. (2009) Injury rates and risk factors in competitive professional boxing. *Clin. J. Sport Med.*, 19, 20-25.

Otrzymano: 19.08.2009

Przyjęto: 21.09.2009