

PRE- AND POST-START HORMONE LEVELS IN BLOOD AS AN INDICATOR OF PSYCHO-PHYSIOLOGICAL LOAD WITH JUNIOR JUDO COMPETITORS

Hormone levels in blood

ZBIGNIEW OBMİŃSKI

Institute of Sport in Warsaw, Endocrinology Department

Mailing address: Zbigniew Obmiński, Institute of Sport, Endocrinology Department, 2/16 Trylogii Street, 01-982 Warszawa 45, tel.: +48 22 8340812 ext. 259, mobile +48 508545831, fax: +48 22 8350977, e-mail: zbigniew.obminski@insp.waw.pl

Abstract: The objective of the study was: (i) identification of pre-start and start stress with junior judo competitors, (ii) analysis of relationship between the hormonal status and the results. The objectives were attained by measurements in 7 judo competitors of cortisol (C) and testosterone (T) concentration in capillary blood taken in the morning on several dates: under neutral conditions (NC), 21 days before the Junior Judo European Championship (-21D), 4 days before the competition (-4D), on the start day, i.e. on the day of qualification fights (0D) and on the following day (RD).

On the start day, with all the tested competitors there was a significantly higher level C ($p < 0.05$) in relation to the previous dates. In the tested group, on the morning of the start day one competitor had a lowered T level (5.1 nmol/L) and the highest C level in the group C (740 nmol/L) while average values with the other 6 tested competitors were 27.6 ± 8.1 and 598 ± 74 nmol/L for T and C respectively. The competitor with the temporary pre-start hyper-cortisolism and hypo-androgenism manifested lower mood before the start and during the only lost fight he displayed much passivity in relation to the opponent. On the other hand, the other competitors, including two medal winners, demonstrated offensive behaviour and determination during the competition.

The results confirmed the known impact of pre-start stress on increased activity of the adrenal cortex and the significance of the appropriately high testosterone level as a condition for success. On the other hand, temporary inhibition of testosterone production as a result of pre-start stress with sportsmen has not been recorded in literature.

Key words: judo, competition, success-defeat, cortisol, testosterone

Introduction

The hormone system is a most sensitive system in human organism to psycho-physical stimuli. Hormonal reactions to psychological stress indicating psycho-emotional excitation have been confirmed through psychological tests on the basis of questionnaires measuring fear or tension. Changes to psychometric and hormonal parameters to various stimuli are frequently – though not always – inter-related. There was a parallel growth of fear level and cortisol and prolactin levels but not of testosterone and luteotropic hormone (LH) with students directly before important exams [10] as well as a positive correlation between the blood level of vanillylmandelic acid (VMA), i.e. an indication of the activity of the peripheral sympathetic system, and the psychometric measurement of stress reaction with healthy persons [5]. No correlation was found between cortisol in saliva and the subjective sense of stress during exams [15]. Competitive sports are a challenge to competitors that has an impact on the concentration of many hormones of which cortisol and testosterone are most often determined in blood in resting condition, during intensive training or during laboratory effort. It is much more difficult to obtain competitors' consent, particularly elite competitors, to

perform similar studies during important competitions. Therefore, observations of reactions of the hormone system to start stress, based on hormone determination in blood are few; most often determinations in saliva are made.

An early research work [11] on competing fencers showed increased pulse and blood systolic pressure, a higher level of glucose, cortisol and adrenaline in blood as related to the values of those parameters obtained during intensive training. Furthermore, lactate levels were higher during competitions than during intensive training effort and the parameter was correlated with adrenaline level. This may suggest the contribution of psychological stress in the glucose process. Hormonal reactions to psychological stress indicating psycho-emotional excitation has been confirmed in parallel psychological tests. The results showed e.g. higher levels of cortisol and testosterone, but not of LH, in blood after shooting competition that was parallel to the level of psychic tension declared by the competitors [7]. Similarly, the starting marathon runners displayed a positive correlation between changes to the cortisol level and fear condition within 3 days preceding the competition [9]. The anticipation of competition changes the physiological daily rhythm of cortisol concentration. On the start day in the afternoon, pentathletes demonstrated a higher cortisol

level in saliva than before the competition on the control date in the morning [12].

Another group of studies on the hormonal status with starting sportsmen is focused on relationship between the pre-start hormone level and the sports result. In some individual sports disciplines, e.g. tennis players, a higher testosterone level during the competition increased chances for success [1] while in team sports, e.g. with basketball players, there was no direct relationship between testosterone or cortisol level and the results of the team while there was a positive correlation between testosterone concentration and the result of individual effectiveness which indicates of the contribution of each individual competitor in the final result [6]. It seems that a higher testosterone level with men and the relationship with a type of offensive and dominating personality may contribute to success while the motivation force to success affects the growing testosterone level [23] while the success itself temporarily raises the androgen level and raises the mood [16]. The relationship between testosterone and success seems to be bilateral and may apply to combat sports as well as wherever the force of skeletal muscles depending on the androgen level directly affects the competition. Most hormone observations during competitions are based nowadays on non-invasive hormone measurements in saliva since elite sportsmen may not agree to blood sampling, even capillary blood sampling, directly before start. The discussed tests were performed with senior sportsmen. Training history and experience in stress situations with juniors is much less and therefore biological reactions may differ from older competitors.

The objective of the study was: (i) identification of pre-start and start stress with junior judo competitors with cortisol and testosterone measurements in blood, (ii) analysis of relationship between the hormonal status and the result.

Material and methods

The tests were made with 7 junior judokas – members of the national team designated to participate in the European Championship, aged 18-19, with training history of 7-8 years and of various weight categories (55-100 kg). Capillary blood from earlobes was sampled in the morning, in rest situation, on five dates: on a neutral day NC which means minimum one month before the start and subsequently 21 and 4 days before start that is at the beginning of a three-week training cycle (-21D) covering a 15-day period of intensive training, during (-4D) the pre-start 6-day tapering characterised with daily training load reduced by 30%, on the first day of the competition (OD) covering qualification combats and on the day following the restitution after qualifications (RD). Cortisol and testosterone concentrations were determined in blood serum with the ELISA method, set of DRG (Germany). The analytical relative error between series for both hormone measurements was under 7.3% and inside the series – 6.5%. Differences of average values between the dates were evaluated with the variance analysis with repeated measurements (ANOVA), followed by a post-hoc test. The tests were made with the consent of the Ethics Committee of the Institute of Sport in Warsaw.

Results

The results of the tests revealed the case of one competitor whose hormonal picture of the competition day was much different from the average status of the tested parameters with the other 6 competitors and whose poor sports performance in the competition in the observers' opinion was inadequate to his actual potential and the training level. Therefore, the individual test results of that competitor are presented separately against the background of mean values for the group of the other six tested competitors (Table 1).

Table 1. Morning concentrations of cortisol and testosterone (nmol/L) with judo juniors in neutral conditions (NC), 21 days before tournament (-21D), 4 days before the tournament (-4D), on the first day of the tournament (qualifications) and on a rest day after the qualifications (RD)

Tested group	Cortisol concentration (nmol/L)					Testosterone concentration (nmol/L)				
	NC	-21D	-4D	OD	RD	NC	-21D	-4D	OD	RD
N = 6	467 ± 72	444 ± 64	469 ± 58	598* ± 74	485 ± 89	23.2 ± 4.6	22.8 ± 5.3	24.9 ± 5.0	27.6 ± 8.1	21.8 ± 6.3
N = 1	525	495	534	740	430	22.2	20.2	18.3	5.1	12.7

* - value much higher (p < 0.05) than on the other days

The mean (n = 6) cortisol concentration on the qualification day to the Judo European Championship (OD) was significantly higher than the values of the parameter on the other dates. On the same date, the average testosterone level was by 20% higher than 21 days before the competition but the difference was not significant. Against the group, the hormone picture of one judo competitor stands out whose testosterone level dropped on the start day to a very low value, over 5 times less than the average in the group and about 3.6 times less than his own value recorded 4 days before the start. The competitor declared a very poor quality of sleep (shallow, interrupted sleep) on the night before the competition and on the start day he demonstrated a lowered mood until the moment of the first fight. During the competition he behaved passively and unexpectedly lost his first and only fight before the time elapsed against an opponent who also was defeated in the competition. With the medal silver and bronze winners who on the qualification day won all their 3 fights, the testosterone level in the morning was 28.8 and 36.0 nmol/L respectively and on the next day after a night's rest – 28.2 and 21.3. The medal winners demonstrated an offensive style in their subsequent fights; the behaviour was similar with the other competitors but a lost fight eliminated them from further competition.

Discussion

The psychophysical stress related to the participation in sports competitions is subject to psychological and physiological research. An important tool in the research is observation of behaviour of two steroid hormones: cortisol (C) and testosterone (T), sensitive to psychophysical stimuli. The use of measurements of those hormones in capillary blood for assessment of start stress, in particular during very important compe-

titions with elite sportsmen, is not always accepted by the tested sportsmen and therefore a majority of published papers are based on non-invasive saliva sampling and hormone determinations in the saliva. Moreover, all tests of start stress known in literature have been performed with seniors.

Changes of C and T levels in saliva in connection with pre-start stress with judo competitors have been performed parallel with psychometric measurements [4]. It has been evidenced that the declared level of somatic and psychological fear was higher before higher rank competition than under neutral conditions while cortisol concentration in saliva during competition was 2.5 times higher than under neutral conditions. Testosterone levels did not change much during the competition. Furthermore, a highly significant correlation was recorded between cortisol levels in saliva and the level of somatic and psychological fear. The results are difficult to compare with the changes noted in blood since concentration changes of both hormones in saliva and blood not always are parallel. The discrepancies may be due to changes of globulins in blood that specifically bind cortisol (Corticosteroid Binding Globulin, CBG) and testosterone (Sex Hormone Binding Globulin, SHBG). Concentration growth or drop of those globulins in blood results in appropriate decrease or increase of free hormone fractions, followed by corresponding changes of cortisol and testosterone concentrations in saliva. For that reason, hormone measurements in saliva are more useful to evaluate the biological corticoidal or androgenic activity in blood circulation than to assess the secretion resulting from psychological or physical stress. Observations of hormones in the saliva of starting judo competitor performed by other researchers [20] manifested a parallel growth of fear and cortisol during the last hour preceding the first fight but the correlation was not significant. Testosterone reactions to pre-start stress were less clear than cortisol reactions. Additionally, the level of cortisol and testosterone was higher with competitors with higher motivation and success-oriented. The group on the average had better sports results in the competition which is compliant with our conclusions on the positive relationship between high testosterone and success in judo. The positive impact of higher testosterone concentrations on improved success chance in combat sports may be connected with the known relationship between aggressiveness and dominance and androgen concentration. Salvador *et al.* [21] noted a positive correlation between testosterone levels before and after a fight with the offensive behaviour of the competitor expressed in the number of attacks and throws. Aggressive but permitted behaviour may contribute to success of combat sport competitors with a short training history. An estimate has been made that in karate competitions in 90% the following set of features is responsible for success: more vigour, less fear, fatigue and uncertainty [25]. Many Polish judo trainers are of the opinion that an adequate level of aggression with judo competitor is a predictor to success; however, research proves that in judo – along with growing experience and seniority – the level of aggression is being decreased similarly to its significance in sports competition [14]. However, this can be observed only after a long-term training cycle while among younger boys (aged 10-12), annual training does not reduce aggressiveness [19] which may be hypothetically explained as an effect of the growing level of testosterone during the adolescence period.

Those observations partly correspond to the results of this paper. The group of 6 judo competitor, including two medal winners, during the qualification fights, even lost one, manifested high offensiveness as well as determination while one competitor with a very low pre-start testosterone concentration, manifested a passive attitude close to resignation during his short fight. The available literature describing testosterone behaviour before start does not provide observations of such a large testosterone concentration decrease like with the tested competitor who lost his first fight. It is a common understanding that with healthy men the morning physiological testosterone concentration falls within the range of 8.2-41.6 nmol/L, although on the other hand, values below 10.4 nmol/L are often accompanied by symptoms described as an androgenic deficit syndrome, i.e. low libido, sleep disturbance and drowsiness during the day, depressed mood and lowered physical efficiency [8]. The recorded very low pre-start testosterone level with one judo competitor may be explained solely with a temporary inhibition of androgen biosynthesis due to the high cortisol level during the night preceding the start. A similar phenomenon has been observed with men waiting for clinical tests in hospitals in whose urine samples collected during the night before the clinical tests there was increased cortisol excretion by almost three times (from 23.4 to 66.6 micrograms) with almost halved concentration of testosterone and its tropic hormone, LH [24]. On the other hand, there is no mention in literature that such phenomenon has been recorded with sportsmen before start. Assuming such mechanism of inhibiting testosterone production with the studied sportsman, one may postulate excessive and premature anticipation of the competition. Since high anxiety or lowered mood often result from a temporary androgenic deficit, as confirmed in parallel hormone and psychological tests before laboratory efforts [3] and after pharmacological inhibition of androgen production [22], the following sequence of events may be accepted with the tested judo competitor: premature and strong start anticipation, hypercortisolism during the night before the start, reduced testosterone production, worsened mood and passivity, defeat. With the other competitor, increased testosterone and cortisol concentrations on the start day also result from psychological stress but with lower intensity and shorter duration. The hormone picture in the studied group of 6 competitors before the judo competition, i.e. higher cortisol and testosterone levels before the start are typical for competitor in other disciplines, e.g. tennis players [1] and marathon runners [2]. On the other hand, the pre-start stress may not be the only reason of increased testosterone in the group of 6 judo competitors. The effects of stress could have been masked by the impact of reduced training activity over the last six days preceding the competition. It was evidenced that a 6-day period of reduced training intensity (taper) to 80% resulted in a growth (by 26%) of testosterone level at rest [17]. An isolated incident of pre-start stress on pre-start hormone levels was evidenced during a karate competition with competitors training daily over 2 weeks from the start day without changing the training load [18].

In pre-start tests on the following morning, after qualification fights, the group of 6 competitors displayed an average level of testosterone of over 20% lower than on the start day and 12% less than 4 days before the competition. That insignificant decrease in the hormone level during the short-term

restitution is due to 2 or 3 fights, that is short but maximum effort performed on the previous day. A similar decrease of testosterone at rest on the following day was recorded with wrestlers after three 5-minute simulated fights [13]. It is surprising that with the competitor who demonstrated inhibited testosterone biosynthesis on the start day, manifested a trend towards normalisation of the hormone on the following day after a night's rest.

Conclusions

1. In the morning of high ranking competition, blood cortisol concentration with judokas was significantly higher than on other test dates while the testosterone level manifested a growing trend.

2. With competitors who are very sensitive to prestart stress, high cortisol concentration in the pre-start period may inhibit testosterone excretion and prevent chances of a good result.

Literature

- Booth A., Shelley G., Mazur A., Tharp G., Kittok R. (1989) Testosterone, and winning and losing in human competition. *Horm. Behav.*, 23, 556-571.
- Cook N.J., Read G.F., Walker R.F., Harris B., Riad-Fahmy D. (1989) Changes in adrenal and testicular activity monitored by salivary sampling in males throughout marathon runs. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55, 634-638.
- Diamond F., Brisson G.R., Candau C., Pèronnet F. (1989) Trait anxiety, sub maximal physical exercise and blood androgens. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58, 699-704.
- Failare E., Sagnol M., Ferrand C., Maso F., Lac G. (2001) Psychological stress in judo athletes during competition. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41, 263-268.
- Fukuda M., Hata A., Niva S., Hiramatsu K., Honda H., et al. (1996) Plasma vanillylmandelic acid level as an index of psychological stress response. *Psychiatry Res.*, 26, 7-16.
- Gonzales-Bono E., Salvador A., Serrano M.A., Ricarte J. (1999) Testosterone, cortisol, and mood in sports team competition. *Horm. Behav.*, 35, 55-62.
- Guezennec C.Y., Lafarge J.P., Bricout V.A., Merino D., Serrurier B. (1995) Effect of competition stress on tests used to assess testosterone administration in athletes. *Int. J. Sports Med.*, 16, 368-372.
- Hall S.A., Esche G.R., Araujo A.S., Travison T.G., Clark R.V., et al. (2008) Correlates of low testosterone and symptomatic androgen deficiency in a population-based sample. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 93, 3870-3877.
- Harris B., Cook N.J., Walker R.F., Read G.F., Riad-Fahmy D. (1989) Salivary cortisol and psychometric parameters in male marathon runners. *Br. J. Sports Med.*, 23, 89-93.
- Herbert J., Moore G.F., de la Riva C., Watts F.N. (1986) Endocrine responses and examination anxiety. *Biol. Psychol.*, 22, 215-226.
- Hoch F., Werle E., Weicker H. (1988) Sympathoadrenergic regulation in elite fencer in training and competition. *Int. J. Sports Med.*, 9, 141-145.
- Iellamo F., Pigozzi F., Parisi A., Di Salvo V., Vago T., et al. (2003) The stress of competition dissociates neural and cortisol homeostasis in elite athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 43, 539-545.
- Kraemer W.J., Fry A.C., Rubin M.R., Triplett-McBride T., Gordon S.E., et al. (2001) Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, 1367-1378.
- Lamarre B.W., Nosanchuk T.A. (1999) Judo-the gently way: a replication of study on martial arts and aggression. *Percept. Mot. Skills*, 88, 992-996.
- Martinek L., Oberascher-Holzinger K., Weishuhn S., Klimesch W., Kerschbaum H.H. (2003) Anticipated academic examinations induce distinct cortisol responses in adolescent pupils. *Neuro. Endocrinol. Lett.*, 24, 449-453.
- McCaul K.D., Gladue B.A., Joppa M. (1992) Winning, losing, mood, and testosterone. *Horm. Behav.*, 26, 486-504.
- Mujika I., Goya A., Ruiz E., Grijalba A., Santisteban J., et al. (2002) Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int. J. Sports Med.*, 23, 367-373.
- Obmiński Z., Stupnicki R., Borkowski L., Lipczyk Z. (1995) Effect of pre-championship training load on serum cortisol and testosterone in karate athletes. *Trans Estonian Olymp. Acad.*, 3, 83-89.
- Reynes E., Lorant J. (2002) Effect of traditional judo training on aggressiveness among young boys. *Percept. Mot. Skills*, 94, 21-25.
- 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.
- 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.
- Schmidt P.J., Berlin K.L., Danaceau M.A., Neeren A., Haq N.A., et al. (2004) The effects of pharmacologically induced hypogonadism on mood in healthy men. *Arch. Gen. Psychiatry*, 61, 997-1004.
- Schultheiss O.C., Campbell K.L., McClelland D.C. (1999) Implicit power motivation moderates men's testosterone responses to imagined and real dominance success. *Horm. Behav.*, 36, 234-241.
- Schultz F., Walker J.P., Peyrin L., Soulier V., Curtin F., et al. (1996) Lower sex hormones in men during anticipatory stress. *Neuroreport*, 25, 3101-3104.
- Terry P.C., Slade A. (1995) Discriminate effectiveness of psychological state measures in predicting performance outcome in karate competition. *Percept. Mot. Skills*, 81, 275-286.

Submitted: January 29, 2009

Accepted: March 5, 2009

PRZED- I POSTARTOWE POZIOMY HORMONÓW WE KRWI JAKO WSKAŹNIK OBCIĄŻENIA PSYCHO-FIZJOLOGICZNEGO U ZAWODNIKÓW JUNIORÓW JUDO

Poziomy hormonów we krwi

ZBIGNIEW OBMIŃSKI

Instytut Sportu w Warszawie, Zakład Endokrynologii

Adres do korespondencji: Zbigniew Obmiński, Instytut Sportu, Zakład Endokrynologii, ul. Trylogii 2/16,
01-982 Warszawa 45, tel.: 022 8340812 wew. 259, kom. 0 508545831, fax: 022 8350977,
e-mail: zbigniew.obminski@insp.waw.pl

Streszczenie: Celem pracy było: (i) określenie stresu przedstartowego i startowego u zawodników juniorów judo, (ii) analiza związku pomiędzy statusem hormonalnym a uzyskanym wynikiem. Założone cele realizowano poprzez pomiary u 7 zawodników judo stężenia kortyzolu (C) i testosteronu (T) we krwi kapilarnej pobieranej rano, w kilku kolejnych terminach: w warunkach neutralnych (NC), 21 dni przed startem w Mistrzostwach Europy Juniorów Judo (-21D), 4 dni przed startem (-4D), w dniu startu tj. dzień walk eliminacyjnych (0D) i następnego dnia (RD).

W dniu startu u wszystkich badanych odnotowano znamienne ($p < 0,05$) podwyższony względem pozostałych terminów poziom C. W badanej grupie jeden zawodnik prezentował rano w dniu zawodów bardzo obniżony poziom T (5,1 nmol/L) i najwyższy w grupie poziom C (740 nmol/L), podczas gdy wartości średnie u pozostałych 6 badanych wynosiły $27,6 \pm 8,1$ oraz 598 ± 74 nmol/L odpowiednio dla T i C. Zawodnik demonstrujący chwilowy przedstartowy hiperkortyzolizm i hypoandrogenizm wykazywał przed startem obniżony nastrój, a w czasie jedynej przegranej walki bardzo dużą pasywność wobec swego oponenta. W przeciwieństwie do niego pozostali zawodnicy, w tym dwóch medalistów, demonstrowało ofensywne zachowanie i determinację w czasie zawodów.

Uzyskane wyniki potwierdziły znany wpływ przedstartowego stresu na zwiększoną aktywność kory nadnerczy, oraz znaczenie odpowiednio wysokiego poziomu testosteronu jako jednego z warunków na osiągnięcie sukcesu. Natomiast chwilowe zahamowanie produkcji testosteronu w wyniku stresu przedstartowego u sportowców nie było dotąd notowane w piśmiennictwie.

Słowa kluczowe: judo, zawody, sukces-porażka, kortyzol, testosteron

Wstęp

Układ hormonalny jest jednym z najbardziej wrażliwych na bodźce psychofizyczne systemów w ludzkim organizmie. Reakcje hormonalne na stres psychologiczny wskazujące na psycho-emocjonalne pobudzenie często są potwierdzane przez badania psychologiczne oparte na kwestionariuszach mierzących lęk lub napięcie. Zmiany parametrów psychometrycznych i hormonalnych na różne bodźce są często, chociaż nie zawsze, związane ze sobą. Odnotowano równoległy wzrost poziomu lęku oraz kortyzolu i prolaktyny, lecz nie testosteronu i hormonu luteotropowego (LH) u studentów bezpośrednio przed ważnym egzaminem [10] oraz dodatnią korelację między poziomem we krwi kwasu wanilinomigdałowego (VMA) tj. wskaźnikiem aktywności obwodowego układu sympatycznego, a psychometrycznym pomiarem reakcji stresowych u zdrowych osób [5]. Natomiast nie stwierdzono korelacji pomiędzy kortyzolem w ślinie, a subiektywnym odczuciem stresu w czasie egzaminów [15]. Sport wyczynowy stanowi dla zawodników wyzwanie, które wpływa na stężenie wielu hormonów, z których kortyzol i testosteron są najczęściej oznaczane we krwi w warunkach spoczynku, w okresie intensywnych trenin-

gów lub w czasie wysiłków laboratoryjnych. Znacznie trudniej uzyskać zgodę zawodników, zwłaszcza utytułowanych, na podobne badania w czasie bardzo ważnych zawodów. Z tego powodu obserwacje reakcji układu hormonalnego na stres startowy oparte na oznaczeniach hormonów we krwi są nieliczne, a najczęściej stosuje się oznaczenia w ślinie.

Jedną z wcześniejszych prac badawczych [11] wykazała u startujących szermierzy podwyższone tętno i ciśnienie skurczowe krwi, wyższy poziom glukozy, kortyzolu i adrenaliny we krwi w porównaniu z wartościami tych parametrów obserwowanych w czasie intensywnego treningu. Ponadto poziom mleczanu był wyższy na zawodach niż w czasie bardziej intensywnego wysiłku treningowego i parametr ten korelował z poziomem adrenaliny. Może to sugerować udział stresu psychologicznego w procesie glikolizy. Reakcje hormonalne na stres psychologiczny wskazujące na psycho-emocjonalne pobudzenie często jest potwierdzane w równoległych badaniach psychologicznych. Wykazano m.in. wzrost kortyzolu i testosteronu, lecz nie LH, we krwi po zawodach strzeleckich, który był równoległy do deklarowanego przez zawodników poziomu napięcia psychicznego [7]. Podobnie u startujących maratończyków odnotowano dodatnią korelację między zmianami pozio-

mu kortyzolu i stanu lęku w okresie 3 dni poprzedzających zawody [9]. Antycypacja zawodów zmienia fizjologiczny, dzienny rytm stężenia kortyzolu. U pięcioboistów w dniu startowym po południu poziom kortyzolu w ślinie był przed zawodami wyższy niż w dniu kontrolnym rano [12].

Inny nurt badań nad hormonalnym statusem u startujących sportowców skupia się nad zależnością między przedstartowym poziomem hormonów a wynikiem sportowym. W niektórych sportach indywidualnych, np. u tenisistów, wyższy poziom testosteronu w czasie turnieju zwiększa szansę na sukces [1], podczas gdy w sportach zespołowych np. u koszykarzy brak było bezpośredniej relacji między poziomem testosteronu lub kortyzolu, a wynikiem drużyny, lecz dodatnia korelacja ujawniła się między stężeniem testosteronu, a wskaźnikiem indywidualnej skuteczności, co podkreśla wkład każdego z osobna zawodnika w końcowy wynik [6]. Wydaje się, że wyższy poziom testosteronu u mężczyzny i jego związek z typem osobowości ofensywnej i dominującej może sprzyjać osiąganiu sukcesu, a siła motywacji do jego osiągnięcia wpływa na wzrost poziomu testosteronu [23], podczas gdy sam sukces chwilowo zwiększa poziom androgeny i poprawia nastrój [16]. Zależność testosteron-sukces wydaje się być obustronna i może obowiązywać w sportach walki, a także tam, gdzie zależna od poziomu androgeny siła mięśni szkieletowych ma bezpośredni wpływ na przebieg zawodów. Większość obserwacji hormonalnych w czasie zawodów oparta jest obecnie na bezinwazyjnych pomiarach hormonów w ślinie, gdyż sportowcy wysokiej klasy mogą nie akceptować pobrań krwi, nawet kapilarnej, bezpośrednio przed startem. Ponadto omówione badania przeprowadzono na seniorach. Staż treningowy i doświadczenie w sytuacji stresu startowego juniorów jest dużo mniejsze stąd reakcje biologiczne mogą być inne niż u zawodników starszych.

Celem pracy było: (i) określenie stresu przedstartowego i startowego u zawodników juniorów judo przy użyciu pomiarów kortyzolu i testosteronu we krwi, (ii) analiza związku pomiędzy statusem hormonalnym a uzyskanym wynikiem.

Materiał i metody

Badaniom poddano 7 juniorów judo członków Kadry Narodowej wytypowanych do udziału w Mistrzostwach Europy w wieku 18-19 lat, o stażu treningowym 7-8 lat i z różnych kategorii wagowych (55-100 kg). Krew kapilarną z pętka ucha pobierano rano, w spoczynku w pięciu różnych terminach: w dniu neutralnym NC, a więc co najmniej miesiąc przed startem, następnie 21 i 4 dni przed startem, tj. na początku 3-tygodniowego cyklu treningowego (-21D) obejmującego 15-dniowy okres intensywnych treningów, w trakcie (-4D) przedstartowego 6-dniowego taperingu charakteryzującego się zredukowanym o 30% dziennym obciążeniem treningowym, w pierwszym dniu zawodów (0D) obejmującym walki eliminacyjne, oraz następnego dnia restytucji po eliminacjach (RD). W surowicy krwi oznaczano stężenie kortyzolu i testosteronu metodą ELISA zestawem DRG (Germany). Analityczny względny błąd międzyseryjny dla pomiarów obu hormonów nie przekraczał 7,3% a wewnątrz seryjny 6,5%. Różnice średnich wartości między kolejnymi terminami oceniono analizą wariancji z powtarzanymi pomiarami (ANOVA), a następnie testem post-hoc. Badania przeprowadzono po uzyskaniu zgody Komisji Etycznej przy Instytucie Sportu w Warszawie.

Wyniki

Wyniki badań ujawniły przypadek jednego zawodnika, którego obraz hormonalny w dniu zawodów zdecydowanie różnił się od średniego statusu badanych parametrów u pozostałych 6 zawodników i którego bardzo słaby występ sportowy w zawodach w ocenie obserwatorów należy uznać za nieadekwatny do faktycznych możliwości i poziomu wytrenowania. Z tego powodu indywidualne wyniki badań tego zawodnika przedstawiono osobno, na tle wartości średnich uzyskanych dla grupy pozostałych sześciu badanych (Tab. 1).

Tabela 1. Poranne stężenia kortyzolu i testosteronu (nmol/L) u juniorów judo w warunkach neutralnych (NC), 21 dni przed turniejem (-21D), 4 dni przed turniejem (-4D), w pierwszym dniu zawodów (eliminacje) i w dniu odpoczynku po dniu eliminacji (RD)

Grupa badanych	Stężenia kortyzolu (nmol/L)					Stężenia testosteronu (nmol/L)				
	NC	-21D	-4D	0D	RD	NC	-21D	-4D	0D	RD
N = 6	467 ± 72	444 ± 64	469 ± 58	598* ± 74	485 ± 89	23,2 ± 4,6	22,8 ± 5,3	24,9 ± 5,0	27,6 ± 8,1	21,8 ± 6,3
N = 1	525	495	534	740	430	22,2	20,2	18,3	5,1	12,7

* - wartość znacząco wyższa ($p < 0,05$) niż w pozostałych dniach

Średnie ($n = 6$) stężenie kortyzolu rano w dniu eliminacji do Mistrzostw Europy Judo (0D) było znacząco wyższe niż wartości tego parametru w pozostałych terminach. W tym samym terminie średni poziom testosteronu był o 20% wyższy niż 21 dni przed zawodami, ale różnica nie była znamienna. Na tle grupy wyróżnia się obraz hormonalny u jednego zawodnika judo, u którego poziom testosteronu obniżył się w dniu startu do bardzo niskiej wartości, ponad 5-krotnie niższej od średniej w grupie i ok. 3,6-krotnie poniżej własnej wartości rejestrowanej 4 dni przed startem. Zawodnik ten deklarował bardzo niską jakość snu (sen płytki, przerywany) w nocy przed zawodami, a w dniu startu demonstrował obniżony nastrój do momentu pierwszej walki. W czasie zawodów zachowywał się on pasywnie i nieoczekiwanie przegrał przed czasem swoją pierwszą i jedyną w turnieju walkę z przeciwnikiem, który również zakończył udział w zawodach porażką. U medalistów – srebrnego i brązowego, którzy w dniu eliminacji wygrali wszystkie 3 walki, poziom testosteronu rano wynosił odpowiednio 28,8 i 36,0 nmol/L, a następnego dnia po nocnym wypoczynku 28,2 i 21,3. Medaliści ci prezentowali ofensywny styl w kolejnych walkach, i podobnie zachowywali się również pozostali zawodnicy, których jedna przegrana walka w eliminacjach wykluczyła z dalszych rozgrywek.

Dyskusja

Psychofizyczny stres związany z udziałem w zawodach sportowych jest przedmiotem badań psychologicznych i fizjologicznych. Ważnym narzędziem w tych badaniach są obserwacje zachowań dwóch hormonów steroidowych, kortyzolu (C) i testosteronu (T), wrażliwych na bodźce psychofizyczne. Wykorzystanie pomiarów tych hormonów we krwi kapilarnej do oceny stresu startowego, zwłaszcza w czasie bardzo ważnych zawodów u sportowców wysokiej klasy nie zawsze jest akceptowane przez badanych, stąd większość publikowanych prac

opiera się na bezinwazyjnym pobraniu próbek śliny i oznaczeniach hormonalnych w tym materiale. Ponadto wszystkie znane z literatury badania nad stresem startowym przeprowadzono z udziałem seniorów.

Zmiany poziomu C i T w ślinie na przedstartowy stres u zawodników judo prowadzono równoległe z pomiarami psychometrycznymi [4]. Wykazano, że deklarowany poziom lęku somatycznego i psychologicznego był wyższy przed zawodami wyższej rangi niż w warunkach neutralnych, a stężenie kortyzolu w ślinie w czasie zawodów było 2,5 razy wyższe od wartości poza zawodami. Poziom testosteronu nie uległ istotnej zmianie w czasie zawodów. Ponadto wysoce znaczącą korelację odnotowano między poziomami kortyzolu w ślinie a poziomem lęku somatycznego i psychologicznego. Wyniki te trudno porównać do zmian obserwowanych we krwi, gdyż zmiany stężeń obu hormonów w ślinie i krwi nie zawsze są równoległe. Te rozbieżności mogą być spowodowane zmianami we krwi globulin wiążących specyficznie kortyzol (Corticosteroid Binding Globulin, CBG), oraz testosteron (Sex Hormone Binding Globulin, SHBG). Wzrost lub spadek stężenia we krwi tych globulin powoduje odpowiednio obniżenie lub podwyższenie wolnych frakcji hormonów, a w ślad za tym odpowiednie zmiany stężeń kortyzolu i testosteronu w ślinie. Z tego powodu pomiary wspomnianych hormonów w ślinie są bardziej przydatne do oceny biologicznej aktywności kortykoidowej lub androgennej w krążeniu niż do oceny sekrecji spowodowanej stresem psychologicznym lub fizycznym. Obserwacje hormonów w ślinie u startujących zawodników judo przeprowadzone przez innych badaczy [20] wykazały równoległy wzrost poziomu lęku i kortyzolu w okresie ostatniej godziny poprzedzającej pierwszą walkę, ale korelacje nie były znamienne. Reakcje testosteronu na przedstartowy stres były mniej wyraźne niż reakcje kortyzolu. Ponadto u zawodników o wyższej motywacji i orientacji na sukces poziom kortyzolu i testosteronu był wyższy. Grupa ta uzyskiwała średnio lepszy wynik na zawodach, co częściowo jest zgodne z naszymi wnioskami o dodatnim związku między wysokim testosteronem i sukcesem w judo. Korzystny wpływ wyższego stężenia testosteronu na zwiększoną szansę sukcesu w sportach walki może wiązać się ze znaną zależnością pomiędzy agresywnością i skłonnością do dominacji, a stężeniem androgenów. Salvador i wsp. [21] odnotowali dodatnią korelację między poziomem testosteronu przed i po walce, a ofensywnym zachowaniem zawodnika wyrażonym liczbą ataków i rzutów. Agresywne, lecz dopuszczalne przepisami zachowanie może u zawodników sportów walki z niedużym stażem sprzyjać sukcesowi. Szacuje się, że za zwycięstwo w zawodach karate w 90% odpowiada łącznie następujący zespół cech: większy wigor, mniejszy lęk, napięcie, zmęczenie i niepewność [25]. Wielu polskich trenerów judo wyraża opinię, że odpowiedni poziom agresji u zawodników judo jest jednym z predyktorów sukcesu, jednak badania dowodzą, że w tym sporcie wraz ze wzrostem doświadczenia i stażem, poziom agresji maleje, podobnie jak i jej znaczenie w rywalizacji sportowej [14]. Daje się to jednak zaobserwować dopiero w długoletnim cyklu treningowym, natomiast u młodszych chłopców (10-12 lat) roczny trening nie obniża agresywności [19], co można by tłumaczyć hipotetycznie jako efekt wzrastającego w okresie dojrzewania poziomu testosteronu.

Te obserwacje częściowo korespondują z wynikami prezentowanej pracy. Grupa 6 zawodników judo, w tym dwóch

medalistów, wykazywała w czasie walk eliminacyjnych – nawet przegranych – dużą ofensywność, a także determinację, podczas gdy jeden zawodnik z bardzo niskim przedstartowym stężeniem testosteronu, demonstrował postawę pasywną graniczącą pod koniec krótkiej walki z rezygnacją. W dostępnej literaturze opisującej zachowania testosteronu przed startem nie odnotowano tak dużego obniżenia testosteronu jak w prezentowanej pracy u wspomnianego przegranego zawodnika. Powszechnie przyjmuje się, że u zdrowych mężczyzn poranne fizjologiczne stężenia testosteronu określone są przez zakres, 8,2-41,6 nmol/L, chociaż z drugiej strony wartościom niższym od 10,4 nmol/L często towarzyszą objawy opisane jako zespół deficytu androgenicznego tj. niskie libido, zaburzenia snu a ospałość w dzień, depresyjny nastrój i obniżona wydolność fizyczna [8]. Odnotowany w badaniach bardzo niski przedstartowy poziom testosteronu u zawodnika judo można by było tłumaczyć jedynie chwilowym zahamowaniem biosyntezy androgenów przez wysoki poziom kortyzolu w nocy poprzedzającej start. Podobne zjawisko zauważono u mężczyzn oczekujących w szpitalu na badania kliniczne, u których w nocnej zbiórce moczu, poprzedzającej testy kliniczne, odnotowano prawie 3-krotny (z 23,4 do 66,6 mikrogramów) wzrost wydalania kortyzolu, a prawie 2-krotny spadek testosteronu i jego hormonu tropowego, LH [24]. Natomiast w literaturze brak wzmianki, że takie zjawiska odnotowano u sportowców przed startem. Przyjmując taki mechanizm zahamowania produkcji testosteronu u badanego sportowca można postulować nadmierną i przedwczesną antycypację zawodów. Ponieważ wysoki lęk lub pogorszenie nastroju często ma swoją przyczynę w chwilowym deficycie androgenicznym, co potwierdziły równoległe badania hormonalne i psychologiczne przed wysiłkiem laboratoryjnym [3], oraz po farmakologicznym zahamowaniu produkcji androgenów [22], można u badanego zawodnika judo przyjąć następującą sekwencję zdarzeń: zbyt wczesna i silna antycypacja startu, hiperkortyzolizm w nocy przed startem, obniżenie produkcji testosteronu, pogorszenie nastroju i pasywność, porażka. U pozostałych zawodników podwyższone stężenie testosteronu, a także kortyzolu w dniu startu, to również wpływ stresu psychologicznego, lecz o dużo mniejszym natężeniu i czasie trwania. Obraz hormonalny w badanej grupie 6 zawodników przed zawodami judo, tj. podwyższony poziom kortyzolu i testosteronu przed startem jest typowy dla zawodników innych dyscyplin np. tenisistów [1] i maratończyków [2]. Z drugiej strony przedstartowy stres mógł nie być jedyną przyczyną podwyższonego testosteronu w grupie 6 zawodników judo. Efekt stresu mógł być maskowany wpływem zredukowanej aktywności treningowej w okresie sześciu ostatnich dni poprzedzających zawody. Wykazano, że 6-dniowy okres zredukowanej do 80% intensywności treningowej (taper) spowodował wzrost (o 26%) spoczynkowego testosteronu [17]. Natomiast izolowany wpływ przedstartowego stresu na przedstartowe poziomy hormonów ujawniono w czasie zawodów karate, u zawodników trenujących codziennie przez 2 tygodnie do momentu startu, bez zmiany obciążeń treningowych [18].

W przedstartowych badaniach następnego dnia rano, po walkach eliminacyjnych, w grupie 6 zawodników średni poziom testosteronu był ponad 20% niższy niż w dniu startu i 12% niższy niż 4 dni przed zawodami. Za to nieznaczne obniżenie poziomu hormonu w okresie krótkoterminowej restytucji odpowiadają 2 lub 3 walki, tj. krótkotrwałe, lecz maksymalne wysiłki wykonane poprzedniego dnia. Podobne

obniżenie spoczynkowego testosteronu następnego dnia obserwowano u zapaśników po trzech 5 minutowych symulowanych walkach [13]. Zaskakujące jest, że u zawodnika, który demonstrował w dniu startu zahamowanie biosyntezy testosteronu, już następnego dnia po wypoczynku nocnym odnotowano tendencję do wyraźnej normalizacji tego hormonu.

Wnioski

1. Rano w dniu zawodów wysokiej rangi średnie stężenie kortyzolu we krwi judoków było znacząco wyższe niż w innych badanych terminach, a poziom testosteronu wykazywał tendencję rosnącą.

2. U zawodników o bardzo dużej podatności na przedstartowy stres wysokie stężenie kortyzolu w okresie przedstartowym może zahamować wydzielanie testosteronu i pozbawić ich szans na osiągnięcie dobrego wyniku.

Piśmiennictwo

- Booth A., Shelley G., Mazur A., Tharp G., Kittok R. (1989) Testosterone, and winning and losing in human competition. *Horm. Behav.*, 23, 556-571.
- Cook N.J., Read G.F., Walker R.F., Harris B., Riad-Fahmy D. (1989) Changes in adrenal and testicular activity monitored by salivary sampling in males throughout marathon runs. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55, 634-638.
- Diamond F., Brisson G.R., Candas C., P'cronnet F. (1989) Trait anxiety, sub maximal physical exercise and blood androgens. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58, 699-704.
- Failare E., Sagnol M., Ferrand C., Maso F., Lac G. (2001) Psychological stress in judo athletes during competition. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41, 263-268.
- Fukuda M., Hata A., Niva S., Hiramatsu K., Honda H., et al. (1996) Plasma vanillylmandelic acid level as an index of psychological stress response. *Psychiatry Res.*, 26, 7-16.
- Gonzales-Bono E., Salvador A., Serrano M.A., Ricarte J. (1999) Testosterone, cortisol, and mood in sports team competition. *Horm. Behav.*, 35, 55-62.
- Guezennec C.Y., Lafarge J.P., Bricout V.A., Merino D., Serrurier B. (1995) Effect of competition stress on tests used to assess testosterone administration in athletes. *Int. J. Sports Med.*, 16, 368-372.
- Hall S.A., Esche G.R., Araujo A.S., Travison T.G., Clark R.V., et al. (2008) Correlates of low testosterone and symptomatic androgen deficiency in a population-based sample. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 93, 3870-3877.
- Harris B., Cook N.J., Walker R.F., Read G.F., Riad-Fahmy D. (1989) Salivary cortisol and psychometric parameters in male marathon runners. *Br. J. Sports Med.*, 23, 89-93.
- Herbert J., Moore G.F., de la Riva C., Watts F.N. (1986) Endocrine responses and examination anxiety. *Biol. Psychol.*, 22, 215-226.
- Hoch F., Werle E., Weicker H. (1988) Sympathoadrenergic regulation in elite fencer in training and competition. *Int. J. Sports Med.*, 9, 141-145.
- Iellamo F., Pigozzi F., Parisi A., Di Salvo V., Vago T., et al. (2003) The stress of competition dissociates neural and cortisol homeostasis in elite athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 43, 539-545.
- Kraemer W.J., Fry A.C., Rubin M.R., Triplett-McBride T., Gordon S.E., et al. (2001) Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, 1367-1378.
- Lamarre B.W., Nosanchuk T.A. (1999) Judo-the gently way: a replication of study on martial arts and aggression. *Percept. Mot. Skills*, 88, 992-996.
- Martinek L., Oberascher-Holzinger K., Weishuhn S., Klimesch W., Kerschbaum H.H. (2003) Anticipated academic examinations induce distinct cortisol responses in adolescent pupils. *Neuro. Endocrinol. Lett.*, 24, 449-453.
- McCaul K.D., Gladue B.A., Joppa M. (1992) Winning, losing, mood, and testosterone. *Horm. Behav.*, 26, 486-504.
- Mujika I., Goya A., Ruiz E., Grijalba A., Santisteban J., et al. (2002) Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int. J. Sports Med.*, 23, 367-373.
- Obmiński Z., Stupnicki R., Borkowski L., Lipczyk Z. (1995) Effect of pre-championship training load on serum cortisol and testosterone in karate athletes. *Trans Estonian Olymp. Acad.*, 3, 83-89.
- Reynes E., Lorant J. (2002) Effect of traditional judo training on aggressiveness among young boys. *Percept. Mot. Skills*, 94, 21-25.
- 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.
- 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.
- Schmidt P.J., Berlin K.L., Danaceau M.A., Neeren A., Haq N. A., et al. (2004) The effects of pharmacologically induced hypogonadism on mood in healthy men. *Arch. Gen. Psychiatry*, 61, 997-1004.
- Schultheiss O.C., Campbell K.L., McClelland D.C. (1999) Implicit power motivation moderates men's testosterone responses to imagined and real dominance success. *Horm. Behav.*, 36, 234-241.
- Schultz F., Walker J.P., Peyrin L., Soulier V., Curtin F., et al. (1996) Lower sex hormones in men during anticipatory stress. *Neuroreport*, 25, 3101-3104.
- Terry P.C., Slade A. (1995) Discriminate effectiveness of psychological state measures in predicting performance outcome in karate competition. *Percept. Mot. Skills*, 81, 275-286.

Otrzymano: 29.01.2009

Przyjęto: 05.03.2009