

Resposta hormonal en judokes. Prova de camp específica de velocitat-força

MARÍA EVELINA ALMENARES PUJADAS^a, RITA GRACIELA NICOT BALÓN^a I RONALDO VEITIA VALDIVIÉ^b

^aMedicina de l'Esport. Màster Control Mèdic de l'Entrenament Esportiu. Instituto de Medicina del Deporte. L'Havana. Cuba.

^bCultura Física i Esports. Equip Nacional Femení de Judo. Centre d'Entrenament Cerro Pelado. L'Havana. Cuba.

RESUM

Introducció: Algunes hormones regulen l'activitat muscular, i actuen com a activadores o inhibidores d'importants enzims del metabolisme energètic, per la qual cosa s'ha considerat d'interès l'estudi de 2 hormones anabòliques i el cortisol, marcador del catabolisme durant la realització de l'esforç. L'objectiu d'aquest estudi va ser explorar si és convenient incloure variables hormonals en el control mèdic de l'entrenament dels judokes, per dirigir l'entrenament cap a objectius determinats en cada cas i etapa de la preparació.

Mètodes: S'aplica una prova específica de força-velocitat a 12 judokes de la preselecció nacional femenina cubana de $19,5 \pm 1,8$ anys d'edat, $69,5 \pm 21,5$ kg de pes i $22,4 \pm 7,4\%$ de greix. Es registra la freqüència cardíaca, com també les concentracions sanguínies de lactat, cortisol, hormona del creixement (SH) i prolactina.

Resultats: La freqüència cardíaca i la concentració de lactat en sang van mostrar diferències altament significatives ($p \leq 0,01$) entre els valors basal i postcàrrega. La somatotropina augmenta significativament ($p \leq 0,01$), mentre que la prolactina només mostra una tendència a l'increment. El nivell del cortisol disminueix significativament des de $585,2$ mmol/l, a $476,8$ mmol/l ($p \leq 0,05$) en finalitzar la prova.

Conclusions: La prova provoca canvis en les hormones estudiades, raó per la qual és recomanable per al control mèdic d'aquestes esportistes. Cal determinar el comportament d'aquestes hormones segons etapa de preparació i divisions de pes, com també de la resposta del cortisol per a cada intensitat i volum de treball.

PARAULES CLAU: Judo. Dona esportista. Prova de camp. Hormones. Lactat.

ABSTRACT

Introduction: Some hormones regulate muscular activity and act as activators or inhibitors of enzymes important in energy metabolism. Consequently, the study of two anabolic hormones and cortisol, a marker of catabolism during physical exertion, has been considered to be of interest. The aim of the present study was to explore the advisability of including hormonal variables in the medical monitoring of judo training in order to tailor the training to each practitioner's objectives and training stage.

Methods: A specific force-velocity test was applied to 12 judoists in the Cuban female national preselection (age: 19.5 ± 1.8 years; weight: 69.5 ± 21.5 kg; fat: $22.4 \pm 7.4\%$). Heart rate and blood concentrations of lactate, growth hormone (GH), cortisol and prolactin were registered.

Results: Heart rate and lactate concentration showed highly significant differences ($P \leq 0.01$) between baseline and post load values. Growth hormone concentration also increased significantly ($P \leq 0.01$), while prolactin showed only a non-significant tendency to increase. Cortisol levels significantly decreased from 585.2 $\mu\text{mol/l}$ to 476.8 $\mu\text{mol/l}$ ($P \leq 0.05$) on concluding the test.

Conclusions: The force-velocity test provokes a response in the hormones studied and consequently determination of these hormones can be recommended in the medical monitoring of these sportswomen. The behaviour of these hormones according to training stage and weight divisions, as well as the characteristics of cortisol response to training intensity and volume should be determined.

KEY WORDS: Judo. Sportswomen. Field test. Hormones. Lactate.

INTRODUCCIÓ

El control bioquímic de l'entrenament es basa fonamentalment en l'avaluació dels canvis del metabolisme dirigits per la regulació neuroendocrina. Per aquest motiu, fa uns anys es va començar a estudiar el comportament hormonal, amb estudis tant de laboratori, com de camp, aplicant-hi càrregues físiques consistents en treballs inespecífics i específics de diversos esports.

La direcció adequada de la regulació neuroendocrina augmenta les disponibilitats de material energètic, com també la síntesi de proteïnes, necessària per a les estructures cel·lulars involucrades en l'exercici i els enzims que participen en les vies metabòliques que hi estan implicades. Els canvis que origina la reiteració d'aquest estímul, afecten totes les estructures cel·lulars, que incrementen la capacitat de desenvolupar el to muscular i el rendiment físic de l'esportista.

Amb la inclusió de diverses variables biomèdiques en el control sistemàtic de l'entrenament esportiu, es proporciona el complement necessari per a la retroalimentació que permet conèixer com, quan i per què dirigir la preparació dels esportistes vers els objectius proposats en cadascuna de les seves etapes. En el judo, com a esport tècnic que és, en el qual s'han de desenvolupar les capacitats motrius d'una manera molt específica, des de fa anys s'han utilitzat proves amb projeccions d'un contrari, que amb el temps s'han anat enriquint i perfeccionant.

En virtut que algunes hormones regulen l'activitat muscular i actuen com a activadores o inhibidores d'importants enzims del metabolisme energètic, s'ha considerat d'interès l'estudi d'aquestes hormones anabòliques més conegudes i del cortisol, com a marcador del catabolisme. Per fer-ho, es va aplicar en judokes del sexe femení de la preselecció nacional cubana una prova en què s'utilitza una tècnica específica d'aquesta disciplina esportiva.

MÈTODES

L'estudi es va fer en 12 judokes del sexe femení pertanyents a la preselecció nacional, competidores en els esdeveniments de màxim nivell internacional i guanyadores de llocs destacats. L'edat mitjana $\pm$ desviació estàndard (DE) del grup va ser de $19,5 \pm 1,8$ anys, pes de $69,5 \pm 21,5$ kg i talla $166,2 \pm 11,3$ cm. Tenien un $22,4 \pm 7,4$ % de greix de dipòsit i una mitjana de consum màxim d'oxigen de $48,9 \pm 9,3$ ml/kg/min.

S'hi va aplicar una prova específica de projeccions, emprada sistemàticament per avaluar la velocitat-força en aquestes es-

portistes. Es va dur a terme el dilluns de l'inici de l'etapa de preparació especial i va ser la primera activitat esportiva del grup en aquella setmana. El protocol va consistir a fer que les judokes projectessin alternativament 2 *ukes* de la seva categoria, durant un minut, a la velocitat màxima que fos possible desplegar, d'acord amb la seva capacitat i amb la seva tècnica preferida, que és la utilitzada cada vegada que es fa aquest treball en els controls medico-pedagògics habituals¹.

Es va determinar la freqüència cardíaca central en condicions de repòs, al final del treball i al tercer minut d'haver acabat l'exercici. Es van prendre mostres de sang de la vena cubital anterior, abans i després de l'aplicació de les proves (tercer minut), per analitzar-ne les concentracions sanguínies de lactat, cortisol, somatotrofina (SH) i prolactina. Per al lactat es va emprar el mètode enzimàtic, amb estoigs de l'empresa Böhrenger, estoigs de l'empresa Amersham per a la prolactina i el cortisol i reactius de producció nacional per a l'hormona del creixement.

Es van calcular les estadístiques descriptives, i s'hi va aplicar el test de rangs de Wilcoxon, per determinar el nivell de significació de les diferències entre abans i després de fer la prova. Es va acceptar com a significatiu un $\alpha \leq 0,05$ i es va utilitzar el paquet estadístic SPSS-W 11.5 en un ordinador Pentium IV.

RESULTATS

Els resultats obtinguts es presenten com a valors mitjans $\pm$ DE, mínims i màxims, de cada variable estudiada. A la taula I es descriuen els valors de freqüència cardíaca i lactat en sang trobats abans i després del protocol. A més, es presenta el nombre de projeccions realitzades durant l'execució de la prova.

La freqüència cardíaca va mostrar diferències altament significatives ($p \leq 0,01$) entre els valors de repòs, al final de la càrrega i en el tercer minut de la recuperació, i es va esdevenir el mateix amb la concentració de lactat en sang. Tant les seves DE com els seus valors mínims i màxims, indiquen una alta variabilitat d'indicadors. Llevat del nombre de projeccions, amb una DE i una diferència entre el valor mínim i màxim baixes. L'increment del lactat en sang va ser molt superior al que es va trobar en la freqüència cardíaca.

A la taula II es presenten els valors de repòs i postcàrrega de les 3 hormones estudiades. Tant l'hormona SH com el cortisol van mostrar diferències estadísticament significatives en el valor de postcàrrega amb relació al repòs ($p = 0,01$ i $p = 0,05$, respectivament). La prolactina va presentar tendència a incrementar-se, però sense proporcions estadísticament significati-

Taula I Variables cardiovasculars i metabòliques

Variable	Mitjana	DE	Mínim	Màxim
Projeccions (n)	33,8	2,4	31	38
FCR (bat/min)	70,2	8,5	58	84
FCC (bat/min)	199,0 ^a	25,3	162	240
FC 3' (bat/min)	116,5 ^b	11,0	96	132
Δ FC (%)	186,6	43,0	103	253
Lactat basal (mmol/l)	2,39	0,41	1,56	2,99
Lactat 3' (mmol/l)	7,98 ^b	1,12	5,83	9,44
Δ Lactat (%)	245,4	78,9	95	372

^aDiferència significativa $p \leq 0,05$ respecte del valor en repòs.

^bDiferència significativa $p \leq 0,01$ respecte del valor en repòs.

DE: desviació estàndard; FC: freqüència cardíaca; FC 3': FC al tercer minut; FCC: FC central; FCR: FC de repòs; Δ: increment.

ves. La figura 1 mostra la direcció i la magnitud dels canvis observats en aquestes 3 hormones.

DISCUSIÓ

Tot i que es presenta la mitjana general del nombre de projeccions realitzades pels esportistes sense tenir en compte la categoria de pes corporal, les diferències entre els valors mínim i màxim va ser de només 7 projeccions. El criteri pràctic és que en les categories de menys pes corporal es fa un volum relatiu de treball més gran que en les categories més pesants, però en aquest cas no van ser significatives les diferències com es podia esperar entre categories de pesos tan dissemblants.

Això pot indicar que en la mesura que s'arriba a un nombre determinat de projeccions per unitat de temps, apareix la fatiga muscular, independentment del pes corporal, la qual cosa estaria determinat pel fet que el treball es fa amb *ukes* de pesos semblants, i això compensa en certa mesura les possibles diferències. A més, cal tenir en compte que en la mesura que les judokes de més pes tinguin una millor preparació, aquestes diferències de les seves capacitats han de ser menors. Això podria ser objecte d'estudi en recerques futures, tot classificant la mostra per categories de pes.

La freqüència cardíaca de repòs mostra valors semblants als reportats en aquest univers en altres estudis¹. Els valors aconseguits després de l'esforç, els seus increments i els comportaments observats en el tercer minut de la recuperació, indiquen que s'ha fet una càrrega màxima des del punt de vista cardio-

Taula II Valors hormonals basals i postcàrrega

Hormona	Mitjana	DE	Mínim	Màxim
SH basal (ng/ml)	3,2	1,6	0,70	5,8
SH 3' (ng/ml)	6,9 ^b	2,1	3,7	9,7
PRL basal (ng/ml)	9,5	2,6	6,0	13,6
PRL 3' (ng/ml)	10,9	2,5	6,4	15,2
Cortisol basal (μmol/l)	585,2	173,1	393	912
Cortisol 3' (μmol/l)	476,8 ^a	196,9	211	967

^aDiferència significativa $p \leq 0,01$ respecte del valor en repòs.

^bDiferència significativa $p \leq 0,05$ respecte del valor en repòs.

DE: desviació estàndard; PRL: prolactina; PRL 3': PRL al tercer minut; SH: somatotropina; SH 3': SH al tercer minut.

vascular i coincideixen amb els reportats anteriorment en aquestes esportistes en proves similars¹.

Les concentracions de lactat plàsmic trobades abans de l'exercici, estan dins el rang proposat per a aquesta variable en aquestes condicions². Els valors postcàrrega d'aquest metabòlit s'han utilitzat com a marcador biològic de l'esforç en aquest esport, per la seva relació amb la intensitat del treball realitzat², i aconseguixen nivells relativament alts, que denoten les característiques anaeròbiques d'aquesta prova, la qual exigeix un elevat component làctic.

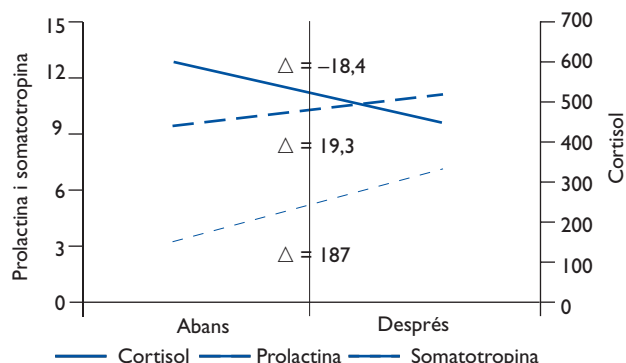
S'ha observat que la concentració de lactat plàsmic pot augmentar fins a 10 vegades als 3 minuts d'iniciar-se els combats³, i que per tant cal preparar els judokes per suportar aquest tipus de treball i obtenir avantatges sobre el contrari en aquestes condicions de caràcter metabòlic.

Els increments aconseguits després de la prova velocitat-força en les judokes indiquen que es tracta d'un esforç intens amb una sobrecàrrega en el cicle de Krebs, observada sovint durant molts dels esforços realitzats en la preparació d'aquestes esportistes per al combat. El treball realitzat en les competicions i l'entrenament dels judokes, ve donat per diverses sèries d'esforços molt intensos, que duren entre 15 i 30 s, amb intervals molt breus. En judokes homes s'han registrat valors de 12,1 i 15,9 mmol/l en repeticions successives de projeccions realitzades amb tècnica de *seoi-nage*⁴. Tanmateix, en determinats moments i fonamentalment en el treball del *tachi-waza* (tècnica de peus), predominen les accions explosives i, en conseqüència, l'obtenció d'energia per la via alàctica.

Hi ha relació entre la resposta metabòlica i el subministrament de nutrients abans i després de l'entrenament. També de

Figura 1

Diferències entre els valors en repòs i posteriors a l'exercici (%)



la resposta amb la intensitat i el volum de l'estímul de l'entrenament, amb la massa muscular involucrada, les pauses i la freqüència de repetició. L'adaptació a llarg termini de la funció neuroendocrina sembla mínima, però s'ha considerat com un element important de la remodelació.

El control biomèdic de l'entrenament permet que amb l'estudi de variables tan senzilles com el mesurament de la freqüència cardíaca i el lactat en sang, es pugui ajudar l'entrenador en la seva funció de dosificació de les càrregues físiques. Si a aquests indicadors, s'hi afegeixen estudis hormonals, relativament costosos però d'una gran utilitat, es pot fer un control de més qualitat.

La SH és una hormona anabòlica a la qual s'atribueix un paper determinant en les respostes agudes a l'exercici d'alta intensitat i actua com a moduladora, per a l'adaptació dels processos anabòlics a llarg termini. Diversos autors estan d'acord que l'horari del dia no afecta la magnitud de la resposta de l'SH a l'exercici⁵.

En les judokes incloses en aquesta investigació, l'SH incrementa les seves concentracions en sang en una proporció pròxima al 200% (fig. 1), tot indicant que la seva resposta és molt sensible a l'esforç realitzat, que és de curta durada, però d'intensitat elevada. S'ha demostrat que els esportistes entrenats en treballs de força màxima, mostren increments significatius amb aquest tipus d'exercicis⁶.

La majoria dels estudis hormonals realitzats en esportistes han tingut homes com a subjectes, la qual cosa determina la manca de referències per a l'anàlisi de moltes troballes en aquesta recerca. Per aquesta raó, és important assenyalar que els valors basals observats en aquestes judokes estan dins els rangs de normalitat establerts per al seu sexe, edat i la resta de característiques.

El comportament dels resultats obtinguts en una investigació feta amb dones, també pot estar afectat per les particularitats menstruals del grup. En dones amb aquest tipus de trastorns, els valors basals i els pics més alts, corresponen a les esportistes amenorreiques, seguides de les que presenten oligomenorrea⁷. Les judokes incloses en aquest estudi presentaven un comportament de la seva fórmula i de la resta de característiques menstruals, normals, i no estaven utilitzant anticonceptius de tipus hormonal.

Linnamo et al⁸ van trobar els increments més grans de l'SH en els homes. Les dones físicament actives que va estudiar, van presentar un increment significatiu, més gran amb el treball contra resistències d'alta intensitat que amb el submàxim i el de força explosiva. Si es té en compte que l'esforç realitzat en la prova, combina la rapidesa amb la força, i que aquesta mostra està constituïda per esportistes d'alt rendiment a la més alta escala internacional, això podria explicar aquesta resposta menys accentuada en un treball de velocitat-força.

La prolactina ha estat relacionada amb freqüència amb les experiències estressants, per la qual cosa alguns autors també l'han considerada com una hormona d'estrès. En aquestes judokes, des d'un valor basal ajustat amb el que es troba en la població de què procedeixen, es produeix una tendència a l'increment que no aconsegueix nivells significatius.

En estudi amb lluitadors adolescents i controls actius del sexe masculí durant una preparació entre 3,5 i 4 mesos per identificar l'efecte de la restricció dietètica, no es van trobar canvis atribuïbles a la pèrdua de pes i a l'entrenament de lluita, tot observant-se, a més, que els valors es mantenen en el rang fisiològic.⁹

En l'anàlisi d'altres factors, Suay et al¹⁰, en un estudi amb judokes masculins, no van trobar diferències significatives de la concentració de prolactina en sang entre abans i després d'una sessió de control amb un increment del 15%, mentre que en combats va ser superior al 70% i en una prova ergomètrica va ser de 36%. Amb un augment més gran en la competència, atribuïble a l'estrès.

Un altre factor per considerar en la resposta de la prolactina a l'esforç físic és la temperatura ambiental en què es dona. Low et al¹¹ van observar durant l'estrès de la calor, augments significatius en condicions actives i passives, tot demostrant que els augments de la temperatura central són l'estímul clau per a l'alliberament de prolactina, la qual pot ser un marcador d'activitat serotoninèrgica i dopaminèrgica relacionada amb la fatiga central durant l'exercici en condicions de calor.

El fet que es presentin canvis no significatius, fa sospitar que pot ser una hormona sensible a esforços d'altres característiques, aspecte que caldrà explorar més a fons. D'altra banda,

la inclusió d'aquesta hormona com a instrument de control de l'entrenament exigiria controlar la temperatura, aspecte que no va ser un dels objectius d'aquesta investigació.

El cortisol és una hormona que augmenta el catabolisme de les proteïnes durant l'exercici, i allibera aminoàcids per a la gluconeogènesi hepàtica. En acció conjunta amb el glucagó, estimula la gluconeogènesi, tot proporcionant més combustible. La seva resposta fisiològica i l'adaptació a l'entrenament modulen els processos catabòlics i l'equilibri metabòlic¹². Té provada ritmicitat circadiana, amb valors més alts al matí i afectant el metabolisme de les proteïnes fonamentalment en aquest moment del dia^{12,5}.

En el cas del judo, s'ha considerat que els nivells alts de cortisol faciliten un estat apropiat per al combat, en reforçar la disponibilitat d'energia, juntament amb una alta motivació per guanyar així com la confiança en un mateix, fet que afavoreix la competitivitat i la capacitat per fer el màxim esforç¹⁰.

Les judokes incloses en aquest estudi presentaven, abans de la prova, una concentració mitjana de 585,2 $\mu\text{mol/l}$, que davalla significativament a 476,8 $\mu\text{mol/l}$ ($p \leq 0,05$) després de l'esforç, la qual cosa podria indicar que independentment del tipus d'exercici realitzat, la durada d'aquest és la principal determinant per a la resposta positiva d'aquesta hormona.

Karacabey et al¹³ van estudiar 3 grups de dones: atletes amb prova aeròbia de 30 min en cinta; atletes amb test de Wingate durant 30 s, i controls sedentàries. Va observar un increment immediat significatiu en el treball aerobi i un descens immediat no significatiu en l'anaerobi. Aquests resultats coincideixen amb la direcció dels canvis trobats en aquest estudi i fan suposar que el major decrement trobat en aquestes judokes podria estar influït per característiques com la durada, la participació d'una major massa muscular i la distinta intensitat del treball de les projeccions.

Tremblay et al¹⁴ van estudiar la resposta hormonal anabòlica i catabòlica a exercicis de resistència i potència en subjectes de nivells diferents d'entrenament en ambdues qualitats. L'ambient catabòlic observat durant la sessió d'exercicis de resistència a la força indica una resposta més relacionada amb la intensitat que amb el tipus o el volum de treball. De tot plegat es conclou que el nivell i tipus d'entrenament rebut tenen influència en la resposta, com també que el treball de resistència a la força provoca un major alliberament hormonal a la sang.

En aquest estudi es va trobar disminució del cortisol després de l'esforç, malgrat que aquest va ser intens. La resposta pot estar relacionada amb l'alt nivell de mestria i d'adaptació de les esportistes estudiades a l'execució de càrregues físiques d'alta intensitat. No obstant això, se sap que els increments de cortisol s'observen fonamentalment en treballs de durada superior als 15 min., i sent les càrregues curtes més mobilitzadores de les catecolamines.

Aquesta hormona, té un comportament més aviat controvertit, ja que la seva resposta de vegades és d'increment i, d'altres de decrement, com també que és modulada per l'horari del dia en què es fa l'esforç, la qual cosa n'ha fet difícil la caracterització. En la figura 1 apareixen les respostes d'increment de les 2 hormones anabòliques estudiades (SH i prolactina [PRL]) i disminució del cortisol en les atletes de judo producte de l'execució de la prova de camp duta a terme.

Les diferències entre protocols quant a volum, intensitat i freqüència del treball, i també respecte del tipus de mitjans emprats en l'administració, són un altre element que tendeix a diversificar els resultats obtinguts pels investigadors. L'ús de diversos fluids com a mostra, el mètode de recollida d'aquestes, el seu processament, els reactius i l'equipament utilitzats, juntament amb les diferències en les unitats de mesurament adoptades, són altres aspectes que influencien la gran diversitat de resultats obtinguts en els estudis d'aquesta hormona.

Això ha comportat que des de ja fa diverses dècades s'estiguin avaluant aquests canvis i els resultats obtinguts a fi d'identificar l'eficàcia i eficiència de l'entrenament rebut i exercir l'adequat control de la preparació de l'esportista, per la qual cosa és necessari buscar mètodes i vies que permetin la seva estandardització.

En conclusió, els resultats d'aquest estudi indiquen que la sensibilitat de la SH i el cortisol fan recomanable el seu ús en el control mèdic de l'entrenament esportiu encara que es requereixen estudis complementaris que permetin caracteritzar el seu comportament per a cada tipus, volum i intensitat de treball, la qual cosa està molt relacionat amb l'etapa de preparació en què es troba l'esportista. En el cas del judo es considera necessari precisar les particularitats de la resposta d'aquestes hormones estudiant als subjectes classificats segons les divisions de pesos en què competeixen.

Bibliografia

1. Almenares ME, Amaro S, Nicot G, Veitia R. Cambios en las concentraciones plasmáticas de enzimas musculares con pruebas de terreno específicas de judo. *Revista Antioqueña de Medicina del Deporte*. 2001;4:11-9.
2. Serrano MA, Salvador A, Gonzalez-Bono EG, Sanchis C, Suay F. Relationships between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. *Percept Mot Skills*. 2001;92:1139-48.
3. Degoutte, P Jouanel, E Filaire. Energy demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Med*. 2003;37:245-9.
4. Artioli G, Coelho D, Benatti F, Gailey A, Berbel P, Adolpho T, et al. Relationship Between Blood Lactate end Performance in a Specific Judo Test. Disponible en: www.judobrasil.com.br/2005/rbbla.pdf
5. Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A, Hartman ML. Cortisol and Growth Hormone Responses to Exercise at Different Times of Day. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86:2881-9.
6. Hoffman JR, Joohee IM, Rundell KW, Kang J, Nioka S, Speirring BA, et al. Effect of Muscle Oxygenation during Resistance Exercise on Anabolic Hormone Response. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2003;35:1929-34.
7. Rickelund A, Thoren M, Carlstro K, Von Schoultz BO, Hirschberg AL. Diurnal Profiles of Testosterone and Pituitary Hormones Suggest Different Mechanisms for Menstrual Disturbances in Endurance Athletes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:702-7.
8. Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance in explosive exercises in men and women. *J. Strength Cond. Res*. 2005;19:566-71.
9. Roemmich JN, Sinning WE. Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. *J Appl Physiol*. 1997;82:1760-4.
10. Suay F, Salvador A, Gonzalez-Bono E, Sanchis C, Martinez M, Martinez-Sanchis S, et al. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. *Psychoneuroendocrinology*. 1999;24:551-66.
11. Low D, Purvis A, Reilly Th, Cable MT. The prolactin responses to active and passive heating in man. *Exp Physiol*. 2005;90:909-17.
12. Bird SP, Tarpenning KM. Influence of Circadian Time Structure on Acute Hormonal Responses to a Single Bout of Heavy-Resistance Exercise in Weight-Trained Men. *Chronobiology International*. 2004;21:131-46.
13. Karacabey K, Saygin O, Ozmerdivenli R, Zorba E, Godekmerdan A, Bulut V. The Effects of Exercise on the Immune System and Stress Hormones in Sportswomen. *Neuroendocrinol Lett*. 2005;26:55-60.
14. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol*. 2004;96:531-9.