

TREBALL FINAL DE GRAU DE CIÈNCIES
DE L'ACTIVITAT FÍSICA I L'ESPORT
UNIVERSITAT DE VIC
CURS 2011-2012

**[UTILITZACIÓ DE LA VARIABILITAT DE LA
FREQUÈNCIA CARDÍACA (VFC) PER A LA
VALORACIÓ DE L'ESTAT DE
RECUPERACIÓ-ESTRÈS EN
L'ENTRENAMENT DEL JUDO.]**

JUAN MARIANO ALAMO i PINDADO¹

Dirigida per: JOSÉ LUIS LÓPEZ DEL AMO
10/05/2012

¹ Estudiant Grau Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.

ABSTRACT: Usually, competitive stress, work life or just the training load in athletes can cause a phenomenon called overtraining syndrome. It is described as imbalance between stimulus and recovery in which decreases performance of athletes without being apparently immersed in a frame of injury or disease. That prolonged fatigue may affect the ability to adapt and thus severely reduce performance. This situation can be prolonged in time despite the existence of weekly or monthly periods of recovery. We want to see if the parameters of HRV, RESTQ-Sport questionnaire and strength values vary significantly in front 2 types of training (an intensive two daily sessions, large volume of work and little rest between the sessions; and another with 4 weekly workouts, with longer recovery time and less volume of work), in national judo players (n=14) to study the relationship between VFC and the imbalance of stress-recovery.

METHODOLOGY: We performed a longitudinal and experimental study of HRV in 14 subjects, judo players at the national, randomly divided into 2 groups. One of these was conducted intensive training (high volume and low recovery) and another who made a smoother workout (less volume and less recovery) during a period of 4 weeks.

CONCLUTIONS: The correct interpretation of the fluctuation parameters of HRV during the training judo players, may be a good indicator of stress levels, the recovery workload and therefore the observation of VFC is becomes an economic and non-invasive method of monitoring training in judo.

KEY WORDS: hearth rate variability, overreaching, overload, OTS, judo, muscular stretch, stress.

ÍNDEX

MARC TEÒRIC	3
MÈTODE	8
Mostra.....	8
Variables i Material.....	8
Estat d'estrès -recuperació	8
Variabilitat de la freqüència cardíaca	9
Força i potència muscular.....	9
Procediment.....	10
Anàlisi estadístic.....	12
RESULTATS	13
Domini temporal de la VFC	13
Domini freqüencial de la VFC.....	14
Anàlisis no lineal de la VFC.....	15
Test estrès-recuperació (RESTQ-SPORT).....	16
Test de força i potència.....	17
DISCUSSIÓ	19
CONCLUSIONS	22
LIMITACIONS DE L'ESTUDI	23
LÍNIA DE FUTUR	24
AGRAÏMENTS	25
REFERÈNCIES	26

MARC TEÒRIC

Històricament, l'entrenament esportiu s'ha entès com una activitat esportiva sistemàtica de llarga durada, graduada de forma progressiva a nivell individual. Estableix com a objectius conformar les funcions humanes, psicològiques i fisiològiques per a aconseguir superar les tasques més exigents (Bompa, 1983) mitjançant les quals s'intenta aconseguir un procés d'adaptació de l'organisme a totes les càrregues funcionals creixents. Per a l'entrenador i l'esportista, la quantificació de l'entrenament serveix per a diferents propòsits: motivació, sistematització del procés i prescripció de càrregues d'entrenament amb la finalitat de millorar el rendiment competitiu. Per altra banda, els científics de l'esport quantifiquen l'entrenament amb l'objectiu d'estudiar els seus efectes sobre el rendiment i l'estat de salut dels atletes (Hopkins, 1991).

Tanmateix, per a la consecució del màxim rendiment esportiu, la planificació de l'entrenament passa a tenir un paper fonamental en l'esport d'elit, de manera que aquest rendiment només s'aconseguirà si l'alternança entre treball i descans permet una recuperació suficient (Suay et al, 1998).

El concepte de balanç estrès-recuperació per millorar el rendiment, és ben conegut en el món esportiu. L'entrenament regular és necessari per a un rendiment òptim. La càrrega de treball ve determinada per la freqüència, duració, intensitat i varietat de l'exercici. Quan aquest estrès físic es combina amb una recuperació satisfactòria, el rendiment augmentarà.

Tot això és conegut com a supercompensació, i és la base de qualsevol programa d'entrenament. Per altra banda, alts nivells d'estrès sumats amb una recuperació inadequada o insuficient, pot generar una sobrecàrrega local o general, provocant conseqüències negatives com un augment de la sensibilitat a les lesions, malalties o sobreentrenament.

Combinar l'esport amb l'escola o el treball pot provocar un estrès psicosocial addicional. De la mateixa manera, els episodis importants de la vida com la mort d'un familiar o d'un ésser estimat, pot tenir un impacte negatiu en els atletes. Per últim la pressió dels companys d'equip, amics i pares, proporciona a l'atleta el que s'anomena

pressió social. La combinació d'aquestes fonts d'estrès físic i psicosocial ha de romandre en equilibri amb la quantitat total de recuperació (Figura 1).

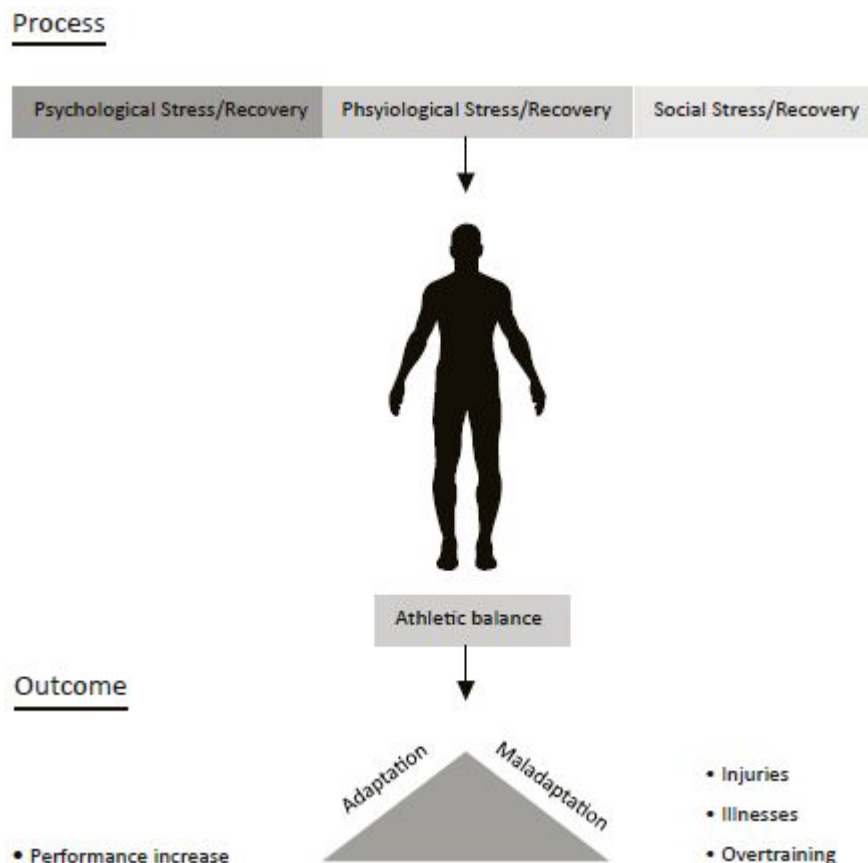


Figura 1: quadre adaptació estrès-recuperació adaptat de Kenntü & Hassmés, 1998, p15 citat per Lemmink (2009)

Sovint, l'estrès competitiu, la vida laboral o simplement la càrrega d'entrenament pot provocar en els esportistes el que s'anomena sobreentrenament ("overtraining"), descrit com un desequilibri entre estímul i recuperació (Lehman et al, 1998) on disminueix el rendiment dels esportistes sense que, aparentment, estiguin immersos en un quadre de lesió o malaltia. És per tot això que la prolongació de la fatiga pot afectar a la capacitat d'adaptació disminuint de forma greu el rendiment, perllongant en el temps aquesta situació malgrat l'existència de períodes setmanals o mensuals de recuperació (Urhausen i kindermann, 2002; González-Boto, de Andrade i Márquez, 2006).

Nombroses són les investigacions que s'han centrat en els desequilibris i desadaptacions produïdes per l'aplicació de càrregues d'entrenament i altres factors estressants, provocant un decrement del rendiment i una falta de recuperació de

l'esportista (Hyninen, Uusitalo, Konttinen i Rusco, 2006; Meeusen, Duclos, Gleeson, Rietjens, Steinacker i Hurhausen, 2007; Bosquet, Merkari, Arvisais, Aubert, 2008). La majoria d'aquests parlen de l'anomenada Síndrome de sobreentrenament (SEE), descrit com un estat crònic de descens del rendiment amb presència de símptomes majors (Fry, Morton i Kaest, 1991).

A més d'aquestes definicions, diversos autors han classificat la Síndrome de sobreentrenament utilitzant diferents terminologies, considerant-la part del procés d'entrenament (Morgan et al, 1987; Hacney, Pearman i Novacki, 1990; Ragglin, 1993), essent "Staleness" una conseqüència indesitjable que juga un paper incontrolable a llarg termini (Hacney, 1996).

Per contra, trobem la visió de Kreider et al, 1998, on diferencien entre "overreaching" (acumulació d'estrès en l'entrenament i fora d'aquest, obtenint com a resultat un descens a curt termini del rendiment, sense símptomes psicològics ni fisiològics de sobreentrenament, on la restauració de les capacitats normals es donen en un període d'entre uns dies i algunes setmanes) i overtraining, essent aquest concepte diferent a l'anterior en tant que el temps necessari per a la recuperació de les capacitats normals pot portar de setmanes a mesos, negant aquest concepte com una part del procés d'entrenament.

Més tard Lehman et al (1999) van utilitzar una definició combinada de les diferents terminologies, diferenciant entre sobreentrenament a curt termini (<3 setmanes) i llarg termini (> 3 setmanes), emmarcant el primer com una part comú del procés d'entrenament (supercompensació). A més a més, Lehman (1999) d'acord amb la classificació d'Israel (1976) ens explica dos tipus de sobreentrenament a llarg termini, el de tipus simpàtic i el parasimpàtic, reportant que el de tipus parasimpàtic és caracteritzat per la dominància del to vagal o insuficiència adrenal.

És a partir de 2006, Tres estats de sobreentrenament han sigut acceptats: "overreaching" funcional (FOR), "overreaching" no funcional (NFOR) i síndrome de sobreentrenament o "overtraining" (OTS) (Meeusen et al, 2006; Nederhof et al, 2006). FOR fa referència a un curt període on trobem una disminució de la forma física i fatiga, on usualment acostuma a aparèixer després d'un període intens d'entrenament

com pot ser un “stage”. El rendiment i la fatiga pot establir nivells normals després d’un període de recuperació que aniria des d’alguns dies fins a setmanes. Aquest estat és definit com a funcional, perquè no té conseqüències negatives i pot arribar a produir millores en el rendiment, com a mecanisme de supercompensació. Podem trobar que els entrenadors indueixen intencionadament l’estat de FOR. En canvi, si el rendiment persisteix en el temps (setmanes fins a mesos) i coincideix amb altres símptomes més greus és quan l’anomenem NFOR. NFOR té conseqüències negatives ja que els atletes es troben amb un alt grau de fatiga com per executar el calendari d’entrenament planificat. El síndrome de sobreentrenament (OTS) és el procés final el qual necessita períodes de recuperació que poden anar de mesos fins a anys (Figura 2) Aquest estat coincideix amb altres símptomes com depressió, falta de gana i dificultat per dormir (Meeusen, 2004 et al; Uusitalo, 2001).

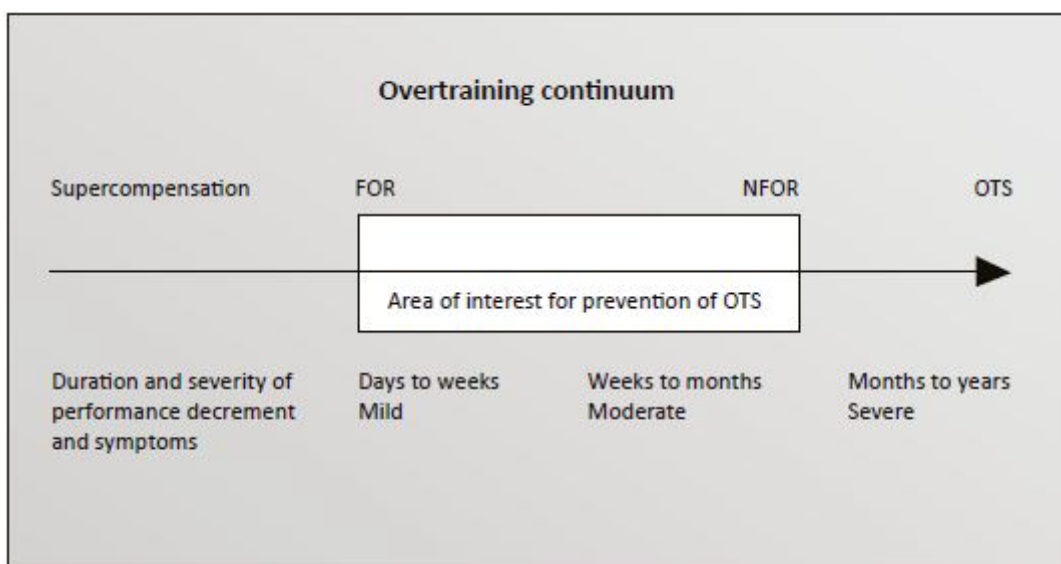


Figura 2: El continuu del sobreentrenament (Blink, 2010)

FOR: functional overreaching, NFOR: non-functional overreaching, OTS: overtraining syndrome.

La variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) és defineix com la capacitat que té el cor en produir fluctuacions en el temps entre cada batec en resposta a diferents situacions (Cervantes, 2009; Saa et al, 2009). Les causes d’aquestes variacions del temps entre batec i batec poden ser diferents: efecte de la respiració, l’estat físic o l’estat emocional (Sinnreich, 1998; Freeman, 2006), al mateix temps que donen informació sobre les àrees de control del cervell i el sistema nerviós autònom (SNA).

Freqüentment s'ha utilitzat per comprovar el balanç simpàtic–parasimpàtic del SNA (Sztajzel, 2004; Task Force, 1996; De Vito et al, 2002; Winsley, 2002; Achten 2003). També ha estat utilitzada com a mesura de l'activació vagal en exàmens fisiològics i psicològics (Martinmäki, 2006). L'anàlisi de la VFC és un mètode no invasiu que està sent cada vegada més utilitzat per obtenir informació sobre l'equilibri entre les dues branques del SN autònom: la simpàtica i la parasimpàtica. L'activitat parasimpàtica disminueix la FC i incrementa la VFC, mentre que la simpàtica fa el contrari. La variabilitat de la FC està constantment canviant. L'estrès tant físic com psicològic afecta a la VFC. Així, per exemple, quan estem descansats i relaxats la FC mostrarà una major variabilitat que abans de realitzar un examen. La capacitat de resposta del sistema nerviós autònom pot proporcionar informació útil sobre les adaptacions funcionals de l'organisme humà. El mesurament de la VFC pot ser un mètode efectiu i no invasiu per avaluar l'adaptació cardiovascular a l'entrenament de tipus aeròbic (Carter et al, 2003b). Potencialment, el seu estudi permetria l'anàlisi de diferents funcions corporals, així com la distinció de certs estats patològics (inclòs el sobreentrenament).

Per determinar els nivells de potència mecànica produïda, al tractar-se de judokes, en aquesta recerca es va valorà la força d'hemisferi superior a la màxima velocitat possible contra resistències lleugeres i moderades, ja que, constitueix al seu torn, l'indicador més utilitzat per reflectir la intensitat en els exercicis de força contra resistències (Bosco, 1991; Garhammer, 1993). A causa de tot això i segons Backer, 2001; Backer i cols, 2001; esquerre i cols, 2002, la potència mecànica ha estat considerada un aspecte crític i determinant del rendiment, essent el seu coneixement essencial per controlar i valorar els efectes dels programes d'entrenament desenvolupats.

A més, la velocitat i potència mecànica produïdes amb diferents percentatges de pes, han mostrat que són factors que expressen específicament les característiques neuromusculars de cada subjecte, i si bé es relacionen amb els nivells de força màxima, també es poden modificar independentment de la força màxima (Baker i cols, 2001; Cronin i Sleivert, 2005). Per això, a més de la determinació indirecta del nivell d'1 RM, el coneixement de la capacitat de desenvolupar la major força, potència i velocitat

possibles amb diferents percentatges de càrrega, constitueix una metodologia molt interessant per determinar el perfil de rendiment específic dels nostres esportistes, així com també l'evolució de les característiques neuromusculars al llarg d'un cicle d'entrenament (Baker, 2001; Cronin i Sleivert, 2005; Kawamori i Haff, 2004).

Relacionant tot l'anterior amb la nostra proposta, es pretenia observar si els paràmetres de VFC, qüestionari RESTQ-SPORT, i els valors de la força varien significativament davant dos tipus d'entrenament (un d'intensiu, doble sessió diària, gran volum de treball i poca recuperació entre sessions, i un altre amb tres entrenaments setmanals, major temps de recuperació i menys volum de treball) per estudiar la relació entre VFC i l'estat de recuperació-estrès, intentant establir uns indicadors fisiològics i instantanis, comprovant si la HRV és sensible als canvis del SNA en situació de sobreentrenament a curt termini, descrit per Lehman (1999), que ens permetin una detecció precoç de la Síndrome de sobreentrenament. Així, es podrà aconseguir una estratègia més per a la valoració de l'estat de recuperació-estrès, per tal d'evitar una de les conseqüències més greus del sobreentrenament: l'abandonament de l'activitat esportiva o lesions en els esportistes.

MÈTODE

Mostra

Participaran 14 judokes de nivell nacional, de 22 ± 3 anys, dividint-los de manera aleatoritzada en dos grups. Un grup realitzarà ($n=7$) una càrrega d'entrenaments alta (7 dies per setmana d'entrenament); i l'altre ($n=7$) realitzarà un entrenament amb majors recuperacions (4 dies d'entrenament i 3 de descans per setmana). Tots els participants son judokes espanyols de nivell nacional, pertanyents als respectius equips nacionals i autonòmics. Tots seran informats prèviament de la naturalesa de l'estudi i se'ls demanarà el seu consentiment informat per escrit.

Variables i Material

Estat d'estrès-recuperació.

Per valorar l'estat d'estrès-recuperació s'administrarà el RESTQ-SPORT "Qüestionari de recuperació-estrès per a esportistes" (Márquez et al, 2009). Aquest qüestionari es distribueix en 19 escales, que s'agrupen en 4 dimensions: 7 escales d'estrès no específic a l'esport (estrès general, emocional, social, conflictes/pressió, fatiga, falta d'energia i alteracions físiques); 5 escales de recuperació no específica a l'esport (èxit, recuperació social, recuperació física, benestar general, qualitat del somni); 3 escales d'estrès específica a l'esport (períodes de descans alterats, "burnout"/fatiga emocional i forma física/lesions); i 4 escales de recuperació específica a l'esport (benestar/estar en forma, "burnout"/realització personal, autoeficàcia i autoregulació). A partir d'aquestes dimensions es poden obtenir les dimensions totals d'estrès i de recuperació. Les respostes es valoren segons una escala Likert amb un rang de 0 a 6 punts.

Variabilitat de la freqüència cardíaca.

Per al registre de la variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) s'utilitzarà un cardiotacòmetre i un transmissor codificat (Polar s810 de Polar Electro Oy, Finland) registrant el senyal de R-R (batec a batec). Aquesta sèrie de pulsímetres està validada per a registres de la VFC en posició supina (Gamelin et al, 2006; Kingsley et al, 2005).

Força i potència muscular

Per al registre de les variables relacionades amb la força i la potència muscular d'hemisferi superior, s'utilitzarà un sistema d'anàlisi neuromuscular que permet detectar i amplificar els processos biològics que ocorren en la contracció muscular, tant dinàmica com isomètrica, (model 4000i amb EMG Muscledlab ,Ergotest, Noruega, al que es connectarà un encoder lineal que permetrà determinar la posició i el desplaçament lineal de la barra de discs, en la qual s'assegurarà arbitràriament el cable de l'encoder amb tal de no entorpir l'execució de l'exercici i/o tests. El funcionament de l'encoder permet que, en realitzar l'exercici, el cable es desplaci verticalment segons la direcció del moviment, detectant i informant cada mil·lèsima de segon al

Musclelab, que al seu torn està connectat a un ordinador, on a través del programa Musclelab versió 7.18, es calculen automàticament valors de força, velocitat i potència mitjana produïdes durant la fase concèntrica i excèntrica de l'exercici, així com altres variables derivades.

Per analitzar les variables relacionades amb la força isomètrica amb pressió de la mà, s'utilitzarà un dinamòmetre digital "hand-grip" E-Link (Biometrics, Ltd., UK), que permet registrar la corba de força – temps.

Procediment

El protocol es subministrarà dues vegades (pre i post test) amb una temporalització de 4 setmanes entre proves, on durant aquestes quatre setmanes els dos grups seguiran dos entrenaments de diferents intensitats y volums). Les proves començaran administrant el qüestionari RESTQ-SPORT. Seguidament, la VFC es registrarà en situació de repòs en posició decúbit supí. Es controlarà que les condicions de registre siguin homogènies en tots els casos, amb una temperatura entre 18º i 22 ºC, sense contaminació acústica i ambient de penombra. En aquestes condicions es controlarà el ritme cardíac amb la col·locació de la banda elàstica pectoral del cardiotacòmetre, registrant el senyal de R-R (batec a batec) durant 10 minuts, considerant els 5 primers minuts com a període d'estabilització (Cervantes, Rodas i Capdevila, 2009). A continuació s'administrarà el test de força màxima isomètrica de pressió manual amb el hand-grip. Al llarg de l'execució de la prova el dinamòmetre no tocarà en cap moment el cos. L'aparell serà subjectat en línia amb l'avantbraç.

Per al registre dels valors de força en els subjectes, es realitzarà a través de 4 mesuraments:

1. Força isomètrica de pressió manual, amb el dinamòmetre digital, valorant la força de pressió manual màxima isomètrica mantinguda durant 10" en ambdues mans alternativament, i altres variables derivades.
2. Força màxima dinàmica a l'exercici de pressió sobre banc a través d'estimació indirecta, utilitzant l'equació de predicció de Brzycki, (1993). Es demanarà als subjectes que executin la major quantitat possible de repeticions fins a arribar

a la fallada muscular. S'utilitzarà un banc pla i una barra de 10 kg i discs de pesos variables.

3. Mesurament del pic de potència mitja (W) amb MuscleLab a la pressió sobre banc, calculat a partir d'un test progressiu de càrregues el qual comprèn l'execució de diverses sèries amb pes creixent de 2 a 3 repeticions cadascuna, aplicant la màxima velocitat d'execució possible, alternades amb pauses de recuperació de 2 a 5 min amb tal d'evitar els perjudicis de la fatiga acumulada (D'Slep i Gollin, 2002). On per cada percentatge de pes avaluat es selecciona la repetició amb la qual, havent completat la totalitat del rang recorregut articular amb la tècnica correcta, es produeix el major nivell de potència fins a determinar el percentatge (30, 40, 60% d'1 RM) on s'obté la màxima potència mitja.

Per al mesurament de la força i potència en pressió sobre banc es va aplicar prèviament un escalfament, segons la metodologia descrita per Baechle (2000). Consistia en realitzar un escalfament general amb moviments de flexibilitat i mobilitat articular, després 1 sèrie de 10 a 15 repeticions de l'exercici específic amb pesos lleugers, seguida d'una pausa de 2 a 4 minuts i després realitzar una altra sèrie de 8 a 15 repeticions amb un pes major.

El registre de les dades del ritme cardíac es va importar a un ordinador personal a partir del programari Polar Precisió Performance (versió 3w 3.00; Polar Electro Oy, Findland). Posteriorment es va realitzar el tractament mitjançant el programari Kubios HRV Anàlisi (Versió 2.0, Biosignal Anàlisi and Medical Imaging Group del Departament de Física de la Universitat de Kuopio, Findland) utilitzant els dominis temporal, freqüencial i no linear. Els criteris metodològics aplicats són els proposats per la Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). En el domini temporal de la HRV es van obtenir valors de MEANRR (mitjana de l'interval R-R); STDRR (desviació típica del R-R); HR (Freqüència cardíaca); STDHR (desviació típica de la freqüència cardíaca); RMSSD (arrel quadrada de la mitjana de la suma de les diferències al quadrat de tots els R-R); NN50 (nombre de R-R consecutius que difereixen més de 5 ms entre si); pNN50 (percentatge de R-R consecutius que difereixen més de 5 ms entre si). Per a l'anàlisi del domini freqüencial

de la HRV es van utilitzar les dades obtingudes per la transformada ràpida de Fourier (FFT) que permet obtenir informació sobre el balanç simpàtic–parasimpàtic del sistema nerviós autònom (SNA). La resposta espectral aportada pel sistema es descompon en tres bandes: Molt Baixa Freqüència (VLF, 0,003 a 0,04 Hz); Baixa Freqüència (LF, 0,04 a 0,15 Hz) i Alta Freqüència (HF, 0,15 a 0,4 Hz). La proporció LF/HF és una mesura per estimar l'equilibri simpàtic–vagal.

Anàlisi estadístic

L'anàlisi estadístic va ser realitzat a partir del programa informàtic SPSS, versió 17 (SPSS inc., Chicago, IL, USA). En primer lloc es va realitzar un anàlisi descriptiu en el qual es va obtenir la mitjana com a mesura de tendència central i la desviació típica com a mesura de dispersió. Abans de procedir a realitzar l'estadística inferencial, es va comprovar que totes les variables dependents complissin amb el supòsit de normalitat (Kolmogorov-Smirnov) i homocedasticidad (Levene).

Es va aplicar una ANOVA de mesures repetides d'un factor, en la qual les variables dependents són els paràmetres de la VFC, els resultats del qüestionari RESTQ i els resultats dels tests de força. La variable independent és el tipus d'entrenament realitzat i s'estableixen mesures repetides al principi d'un cicle d'una temporada i 4 setmanes després.

El seguiment dels contrastos multivariats es va dur a terme mitjançant els contrastos univariats. Al seu torn, per realitzar el seguiment d'aquests últims es van sol·licitar anàlisis post hoc amb l'ajust de Bonferroni. Es va considerar com a significatiu un valor de $p < 0,05$.

RESULTATS

L'aplicació de la ANOVA no va mostrar cap efecte principal significatiu en el anàlisi multivariat. Els contrastos univariats van mostrar un efecte principal significatiu després del període d'entrenament en RMSSD, SD_1 ($F_{1,12}=13,06$; $p<0,05$), Estrès total ($F_{1,12}=16,57$; $p<0,05$), Recuperació total ($F_{1,12}=419,22$; $p<0,05$), Recuperació específica ($F_{1,12}=48,02$; $p<0,05$), F.max ($F_{1,12}=11,1$; $p<0,05$), W.max ($F_{1,12}=28,8$; $p<0,05$). També s'observa un efecte principal significatiu segons el tipus d'entrenament en RMSSD ($F_{1,12}=13,05$; $p<0,05$), VFL ($F_{1,12}=6,08$; $p<0,05$), HF ($F_{1,12}=8,79$; $p<0,05$), SD_1 ($F_{1,12}=14,08$; $p<0,05$), α_2 ($F_{1,12}=5,66$; $p<0,05$), Estrès total ($F_{1,12}=20,51$; $p<0,05$), Recuperació total ($F_{1,12}=339,44$; $p<0,05$), Recuperació específica ($F_{1,12}=20,67$; $p<0,05$), Fmax ($F_{1,12}=,92$; $p<0,05$), Wmax ($F_{1,12}=19,31$; $p<0,05$).

Les comparacions per parells mostren diferències significatives en el grup que ha portat a terme un entrenament més intens en els paràmetres RMSSD, VLF, HF, SD_1 , α_1 , estrès total, recuperació total, estrès específic, recuperació específica, F.màx y W.màx.

Per tal de facilitar la descripció dels resultats de l'aplicació de l'ANOVA en la comparació per parells, les variables s'agrupen en diferents seccions segons la seva tipologia VFC, RESTQ i força per a la seva millor comprensió.

DOMINI TEMPORAL DE LA VFC

En la comparació per parells dels paràmetres del domini temporal de la VFC mostrats a la taula 1, només s'observen diferències significatives ($p<0,05$) en RMSSD després del període d'entrenament en el grup (G1) que és el que ha dut a terme un entrenament de tipus intensiu (Figura 3).

Taula 1. Diferències en el domini temporal de la VFC.

	PRE		POST	
	G1	G2	G1	G2
MEANRR	915,81 ± (130,14)	847,39 ± (134,87)	953,60 ± (134,87)	839,57 ± (158,51)
STDRR	104,29 ± (27,23)*	78,84 ± (49,74)	68,57 ± (26,32)*	73,36 ± (39,26)
HR	64,24 ± (6,34)	71,84 ± (9,33)	64,52 ± (9,66)	71,43 ± (8,30)
STDHR	6,39 ± (1,18)	6,97 ± (5,09)	6,67 ± (2,95)	8,43 ± (5,16)
RMSSD	84,98 ± (38,16)*	67,04 ± (51)*	38,83 ± (19)*	69,43 ± (48,78)

Les dades expressen el promig ± (desviació estàndard). G1 és el grup que ha seguit un entrenament de tipus intensiu i G2 ha seguit un entrenament de tipus extensiu.

*Indica diferències significatives ($P < 0,05$) un cop s'ha realitzat el període d'entrenament.

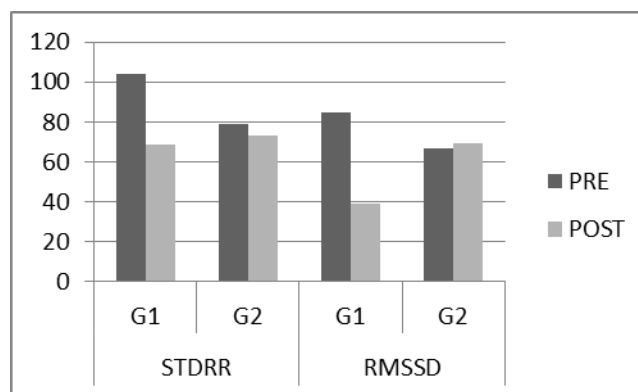


Figura 3: Paràmetres significatius en el domini temporal de la VFC

DOMINI FREQUÈNCIAL DE LA VFC

En la comparació per parells dels paràmetres del domini temporal de la VFC mostrats a la taula 2, només s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) en VFL I HF després del període d'entrenament en el grup (G1) que és el que ha dut a terme un entrenament de tipus intensiu (Figura 4).

Taula 2. Diferències en el domini freqüencial de la VFC.

	PRE		POST	
	G1	G2	G1	G2
VLF	6258,23 ±(4214,83)*	3755,04 ±(4458,21)	2567,57 ±(2780,46)*	3992,43 ±(4392,56)
LF	2233,20 ±(114,03)	3177,20 ±(3227,54)	804,43 ±(575,04)	2646,47 ±(2546,73)
HF	3850,99 ±(2952,33)*	2474,06 ±(2844,64)	736,91 ±(554,27)*	3199,10 ±(3878,33)
LF/HF	0,67 ±(0,28)	2,24 ±(1,89)	2,24 ±(2,07)	1,61 ±(1,27)

Les dades expressen el promig ± (desviació estàndard). G1 és el grup que ha seguit un entrenament de tipus intensiu i G2 ha seguit un entrenament de tipus extensiu.

*Indica diferències significatives ($P < 0,05$) un cop s'ha realitzat el període d'entrenament.

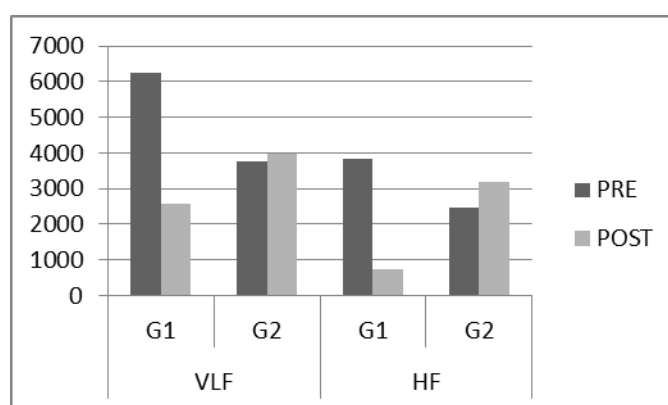


Figura 4: Paràmetres significatius en el domini freqüencial de la VFC

ANÀLISIS NO LINEAL DE LA VFC

En la comparació per parells dels paràmetres del anàlisi no lineal de la VFC mostrats a la taula 3, s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) en SD_1 i α_1 després del període d'entrenament en el grup (G1) que és el que ha dut a terme un entrenament de tipus intensiu (Figura 5).

Taula 3. Diferències en els paràmetres de el anàlisi no lineal de la VFC.

	PRE		POST	
	G1	G2	G1	G2
SD1	62,39 ±(25,54)*	47,71 ± (35,89)	31,54 ± (18,60)*	48,29 ± (35,11)
SD2	120,98 ±(40,76)	100,53 ± (60,74)	137,75 ±(40,43)	102,80 ± (57,57)
α_1	0,94 ±(0,16)*	1,02 ± (0,21)	0,75 ± (0,09)*	1,03 ± (0,11)
α_2	1,09 ± (0,33)	0,85 ± (0,14)	0,85 ± (0,93)	1,00 ± (0,07)

Les dades expressen el promig ± (desviació estàndard). G1 és el grup que ha seguit un entrenament de tipus intensiu i G2 ha seguit un entrenament de tipus extensiu.

*Indica diferències significatives ($P < 0,05$) un cop s'ha realitzat el període d'entrenament.

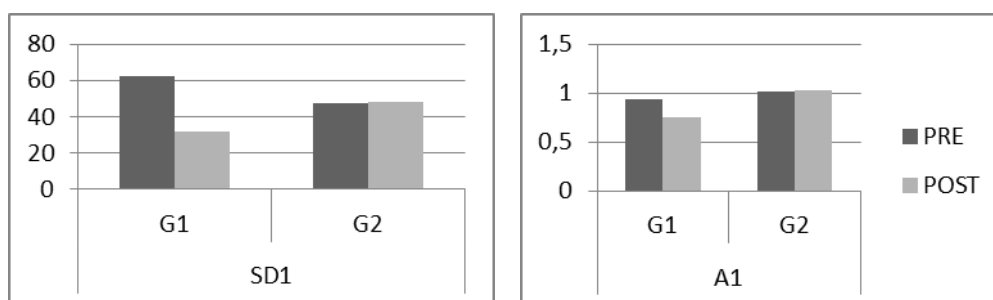


Figura 5: Paràmetres significatius en el anàlisi no lineal de la VFC

TEST ESTRÈS-RECUPERACIÓ (RESTQ-SPORT)

En la comparació per parells dels paràmetres d'estrès-recuperació mostrats a la taula 4, s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) en els paràmetres d'estrès general, recuperació general, estrès específic i recuperació específica després del període d'entrenament en el grup (G1) que és el que ha dut a terme un entrenament de tipus intensiu (Figura 6).

Taula 4. Diferències en els paràmetres en el anàlisi dels test d'estrès-recuperació (RESTQ-SPORT).

	PRE		POST	
	G1	G2	G1	G2
ESTRÈS TOTAL	1,88 ± (0,19)*	2,01 ± (0,18)	2,28 ± (0,18)*	1,99 ± (0,16)
RECUPERACIÓ TOTAL	3,26 ± (0,18)*	3,28 ± (0,15)	0,84 ± (0,31)*	3,16 ± (0,98)
ESTRÈS ESPECÍFIC	1,94 ± (0,21)*	2,24 ± (0,13)	1,31 ± (1,07)*	2,15 ± (0,24)
RECUPERACIÓ ESPECÍFICA	3,52 ± (0,28)*	3,72 ± (0,20)	1,73 ± (0,80)*	3,34 ± (0,36)

Les dades expressen el promig ± (desviació estàndard). G1 és el grup que ha seguit un entrenament de tipus intensiu i G2 ha seguit un entrenament de tipus extensiu.

*Indica diferències significatives ($P < 0,05$) un cop s'ha realitzat el període d'entrenament.

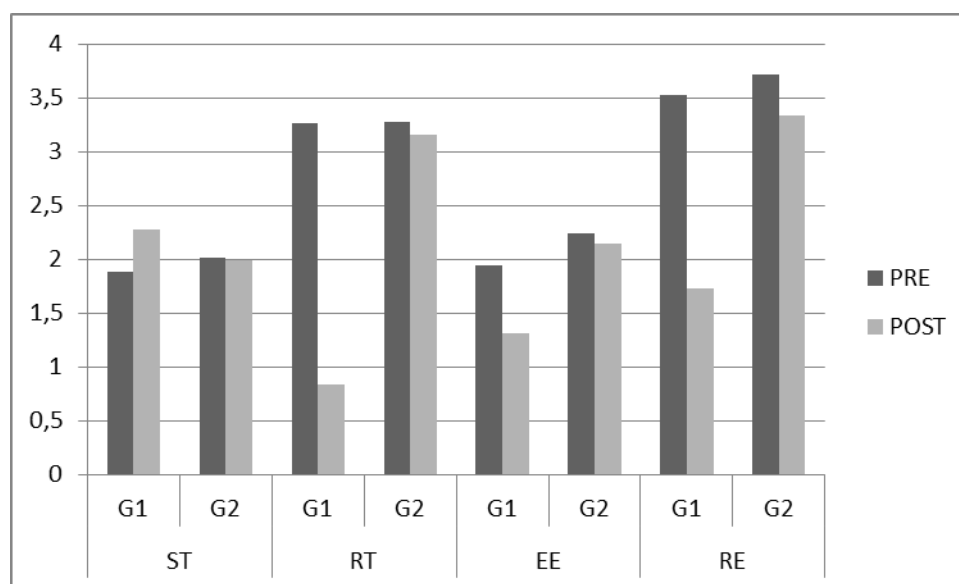


Figura 6: Paràmetres significatius en els test d'estrès-Recuperació RESTQ-SPORT.

TEST DE FORÇA I POTÈNCIA

En la comparació per parells dels paràmetres de força màxima i pic de potència màxima mostrats a la taula 5, s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) en els paràmetres de força màxima i potència màxima després del període d'entrenament en el grup (G1) que és el que ha dut a terme un entrenament de tipus intensiu (Figura 7).

Taula 5. Diferències en els paràmetres en els test de força

	PRE		POST	
	G1	G2	G1	G2
F.MÀX	76,61 ± (22,14)*	69,29 ± (16,31)	71,90 ± (21,91)*	68,89 ± (15,24)
W.MÀX	505,52 ± (169,22)*	434,36 ± (117,27)	456,67 ± (165,12)*	429,49 ± (121,75)
H.D	50,57 ± (12,95)	44,29 ± (7,53)	58,29 ± (11,85)	44,40 ± (8,44)
H.I	47,07 ± (8,74)	42,83 ± (8,43)	46,97 ± (9,63)	43,81 ± (8,68)

. Les dades expressen el promig ± (desviació estàndard). G1 és el grup que ha seguit un entrenament de tipus intensiu i G2 ha seguit un entrenament de tipus extensiu.

*Indica diferències significatives ($P < 0,05$) un cop s'ha realitzat el període d'entrenament.

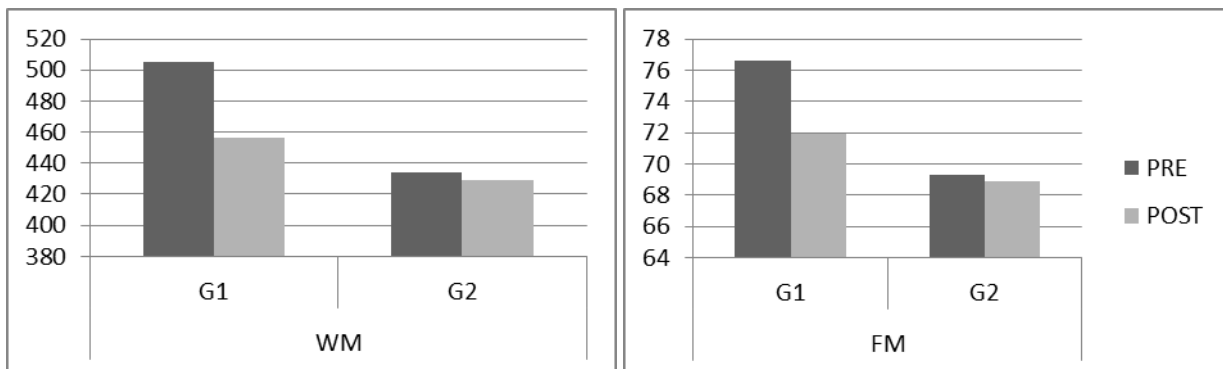


Figura 7: Paràmetres significatius en els test de força.

DISCUSSIÓ

Després d'analitzar els resultats obtinguts es pot observar, en termes generals, un augment de l'activitat del sistema nerviós simpàtic en el grup que ha portat a terme una càrrega d'entrenament més alta, a causa, probablement, de la combinació d'un període d'entrenament sever juntament amb un període de recuperació no satisfactori. En la mateixa línia que alguns estudis (referències) que relacionen els estats de sobreentrenament amb una disminució global dels paràmetres de la VFC.

En aquest sentit, els resultats obtinguts coincideixen amb els resultats de Mourot et al. (2004) en el quals s'observava que un grup sobreentrenat va mostrar valors de SD1 i HF significativament més baixos respecte a un grup sedentari o d'entrenament ben tolerat, observant que els subjectes sobreentrenats tenen un predomini de l'activitat parasimpàtica.

A més, una activitat reduïda del sistema parasimpàtic (Lehman et al, 1992b,c) o un increment relatiu de l'activitat parasimpàtica front l'activitat simpàtica han estat reportats (Israel, 1976; Medelin et al., 2000a) com una indicació de sobreentrenament.

Al obtenir valors més baixos de VFC i el fet que els indicadors de l'activitat parasimpàtica (LF, LF/HF) siguin més elevats en els subjectes sobreentrenats en comparació amb el grup de control, suggereix que davant d'un període d'entrenament intensiu (Iellamo, 2002) o en un grup de sobreentrenament, (Uusitalo et al., 2000) els valors LF/HF siguin més alts en el grup sobreentrenat.

A més, Gamelin FX et al (2006) observen que els valors SDNN, RMSSD i HF augmenten en subjectes correctament entrenats. Mueck-Weyman et al. (2004) també van obtenir un augment significatiu en els paràmetres RMSSD i PNN50 en individus sans que durant 28 dies realitzaven 15 minuts d'estiraments. És en aquest punt on si ho comparem amb els resultats obtinguts podem observar una disminució significativa en els paràmetres RMSSD i HF (veure figures 1 i 2).

Per altre banda Iellamo et al. (2002) van mesurar els paràmetres de la VFC als subjectes de l'equip italià junior durant 9 mesos, en els quals es va dur a terme un entrenament incremental amb càrregues del 75% al 100%, i es va observar una

disminució dels paràmetres LF i HF i un augment significatiu dels paràmetres LF/HF en el període d'entrenament amb càrregues submàximes. Situació que coincideix amb els nostres resultats, trobant una disminució significativa del paràmetre HF i una disminució del paràmetre LF amb un augment del LF/HF. Respecte el temps d'aplicació de l'estímul, tal com observa Bosquet et al. (2008) davant estímuls ≤ 2 setmanes troben un increment significatiu en el balanç autonòmic cardiovascular (LF/HF), sense detectar canvis significatius en períodes >2 setmanes.

Pel que fa als resultats del test RESTQ-Sport s'han trobat similituds amb Jurinäe et al (2002), el qual va observar un increment significatiu en les escales d'estrès total en combinació amb valors reduïts en les escales de recuperació, després d'un període intensiu d'entrenament. D'aquesta manera demostrava que la recuperació no era la adequada durant el període d'entrenament intensiu, reflectint un estat de sobreentrenament a curt termini. A més, de manera similar als resultats obtinguts, Steirnacker et al (1999) i Jaak Jurinäe et al. (2000) informen que els valors de les escales de fatiga pateixen un ràpid augment en relació amb el període d'entrenament, trobant els valors d'estrès general més estables i baixos durant un període relativament més llarg. Això, observant els resultats obtinguts en el nostre estudi, pot reflectir que els atletes que seguien el grup d'entrenament intensiu patien alts nivells d'estrès. És per aquest motiu que, basant-nos en les indicacions fetes per Brandao (1999), que indica en el seu estudi que l'aplicació irracional d'exercicis físics o un excés de competicions, porten a l'atleta a un gran nivell de tensió, provocant modificacions negatives en el seu perfil psicològic.

També vàrem observar nivells significativament inferiors de recuperació general associats a les escales de recuperació que demostra, coincidint amb Steirnacker et al. (1999), que els aspectes de la recuperació (físics, socials i emocionals) no han estat adequats o suficients al grup 1 o d'entrenament intensiu del nostre estudi.

Aquests resultats relacionats amb la disminució dels resultats en els test de força i potència màxima de tren superior, poden indicar tal com afirmen Brink et al. (2011) i Morgant et al (1985), que la disminució de les escales de recuperació i l'augment de les escales de fatiga en el RESTQ-Sport proporcionen una advertència primerenca d'un

sobreentrenament imminent. I que el rendiment d'un atleta està inversament correlacionat amb alteracions psicopatològiques o alteracions fisiològiques negatives, que disminueixen el rendiment físic.

Clàssicament, sempre s'ha valorat el nivell de força màxima mitjançant el pes màxim que algú és capaç de mobilitzar en una única repetició o 1 RM (Fleck, 2002; Fry, 2004) citat a Nacleiro (2006).

No obstant això, segons Nacleiro (2006), la velocitat i potència mecànica produïda amb diferents percentatges de pes, han mostrat que són factors que expressen específicament les característiques neuromusculars de cada subjecte, i tot i que es relacionen amb els nivells de força màxima, també es poden modificar independentment d'aquesta última (Backer i cols, 2001; Cronin i Sleivert, 2005). Per això, a més de la determinació de la 1 RM, el coneixement de la capacitat de desenvolupar la major força, potència i velocitat possibles amb diferents percentatges de pes, constitueix una metodologia molt interessant per determinar el rendiment específic, així com l'evolució de les característiques neuromusculars durant un cicle d'entrenament (Baker, 2001; Cronin i Sleivert, 2005).

Tot això pot explicar la diferència de resultats observats en els test de força i pic màxim de potència en el grup que ha seguit l'entrenament intensiu al nostre estudi, mostrant-nos una disminució del rendiment, ja que la força màxima aplicada, la velocitat i la potència aconseguida, són de molta importància per a determinar el rendiment en els exercicis de força quan es mobilitzen diferents percentatges de pes (Cronin i Sleivert, 2005; Kawamori i halt, 2004) on la potència mecànica ha estat considerada un aspecte crític i determinant al rendiment (Baker, 2001; Baker et al, 2001; Izquierdo et al 2002).

CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts indiquen que, després de 4 setmanes, el grup que realitzava un entrenament intensiu, havia patit una disminució significativa en els paràmetres STDRR, RMSSD, VLF, HF, SD1 i α_1 . Aquests resultats comparats amb els resultats obtinguts amb el RESTQ-SPORT, poden suggerir un augment significatiu en l'estrès i una disminució en la recuperació, que l'esportista es trobava immers en un desequilibri del SNA, amb una predominança del SNP.

Aquest desequilibri obtingut recolzats en la disminució significativa dels test de força del tren superior, ens indica que els esportistes que havien seguit un entrenament intensiu no havien assolit una recuperació satisfactòria del procés d'entrenament i per tant podrien estar a prop de l'anomenat sobreentrenament no funcional (NFOR) amb la consegüent disminució del rendiment observada.

El propòsit d'aquesta investigació era estudiar el comportament de la VFC en judokes sotmesos a un entrenament intensiu de 4 setmanes (intensitats pròpies de períodes de competició) per determinar si aquest marcador pot ésser utilitzat com a un marcador fiable per al control dels nivells d'estrès-recuperació. Podent evitar que l'esportista arribés al que alguns autors anomenen NFOR (sobreentrenament no funcional) OTS (síndrome de sobreentrenament).

En conseqüència, la correcta interpretació de la fluctuació dels paràmetres de la VFC durant el procés d'entrenament en judokes, pot ésser un bon indicador dels nivells d'estrès-recuperació de la càrrega de treball i per tant l'observació de la VFC es converteix en un mètode econòmic i no invasiu del control de l'entrenament en judo.

LIMITACIONS DE L'ESTUDI

Una vegada conclòs l'estudi, podem observar algunes carències i limitacions que podríem trobar en l'estudi presentat.

La primera limitació i potser la més evident i important ha sigut el fet de la mostra, que podem assenyalar que és una mostra petita i caldria aconseguir una mostra més gran per recolzar els resultats obtinguts.

No tenir en compte el cicle menstrual femení, aspecte important assenyalat en les publicacions més recents, es un aspecte a tenir present com una limitació.

Una altra limitació la qual creiem que podríem millorar és el fet de quantificar amb més detall el tipus d'entrenament, volum, intensitat, càrrega de treball, etc... on tot això seria possible si poguéssim realitzar la planificació d'aquestes quatre setmanes.

Per últim he de dir que a títol personal m'he trobat amb una limitació molt potent a l'hora de realitzar aquest tipus de treball, i fa referència a la poca formació rebuda durant la carrera, en tractament estadístic de les dades. A causa d'això he hagut de demanar el tractament estadístic dels resultats obtinguts, de forma externa. Fet que m'ha limitat en el temps a l'hora d'estudiar i redactar els resultats obtinguts.

LINEA DE FUTUR

Una vegada comentades les limitacions, com a línia de futur estaria bé aprofitar algunes d'aquestes limitacions per tal de marcar dos línies de futur.

Una primera línia de futur, encaminada a estudiar els efectes de la menstruació en la VFC en judokes.

I una altra línia, encaminada a intentar treballar amb una mostra més gran amb una planificació exhaustiva i pròpia per exemple durant un "stage" podent controlar els màxims paràmetres possibles.

AGRAÏMENTS

M'agradaria dedicar unes línies dintre del meu treball de final de grau a agrair aquells que m'han acompanyat durant el procés i han fet, gràcies a les seves preocupacions, correccions, aportacions, ànims i dedicació, possible el resultat d'aquest treball.

En primer lloc donar les gràcies al meu tutor, el Doctor i professor José Luis López del Amo, perquè sense la seva experiència i dedicació, les aportacions materials i de coneixements, així com el temps dedicat, tot el camí hagués sigut molt més complicat.

També vull agrair l'ajuda del professor José Morales, docent de la universitat de Blanquerna i membre de l'equip investigador de la Ramon Llull, la seva guia m'ha permès aprendre i realitzar aquest treball, que sense ell no hagués sigut possible.

Per últim, m'agradaria dedicar unes paraules d'agraïment al centre de fisiologia de l'exercici de la universitat de Barcelona (UB), centre on he realitzat les pràctiques, i en especial al Doctor Casimiro Javierre, perquè les seves paraules d'ànims i consells així com la seva predisposició i material aportat, han sumat un punt extra a aquest treball.

REFERÈNCIES

- Achten J, J. A. (2003). Heart rate monitoring. applications and limitations. *Sports Medicine*, 33, 517-538.
- Andre E, Seps B, Beckers F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Med*(33), 889-919.
- Antti M, Arto J, Hannu K, Mikko P. (2007). Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *European Journal Applied Physiologi*.
- Bahjaoui-Bouhaddi M, Cappelle S, Henriet MT, Dumoulin G, Wolf JP, Regnard J. (2000). Graded vascular autonomic control versus discontinuous cardiac control during gradual upright tilt. *J Auton Nerv Syst* 79, 149-155.
- Baker D, Nance S, Moore M. (2001). The load that maximizes the averages mechanical power Output during Explosive Bench press throws in highly trained athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15(1),20-24.
- Bosco, C. (1991). Nuove metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Revista Di Cultura Sportiva*,13-22.
- Bosquet L, Merkari S, Arvais D, Aubert A E. (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor overreaching? A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, (42), 709-714.
- Brandão M. (1999). Psicologia esportiva - psicometria esportiva. In N. Gorayeb, & T. Leite de Barros (Eds.), (*Org.*). *O exercício* (pp. 239-245). São Paulo: Manole.
- Brink MS, Nederhof E, Lemmink KAPM. (2007). Training load and interval endurance capacity in young elite soccer players. Book of abstracts Annual European College of Sport Science congress Finland, Jyväskylä.
- Brown L. Weir E. (2001). ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength. *JEPonline*, 4, 1-21.
- Callister R, Callister RJ, Fleck SJ, (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 22, 816-824.
- Costa LOP, S. D. (2005). Overtraining em atletas de alto nível – uma revisão literária. *Revista Brasileira De Ciência e Movimento.*, 12(2), 123-134.
- Cronin J, Sleivert G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.*, 35, 213-234.
- Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. (1992) Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovasc Res* 26, 713-719.
- Du N, Bai S, Oguri K, Kato Y, Matsumoto I, Kawase H, Matsuoka T. (2005). Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female maratho runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 9-17.
- Fleck S. (2002). Periodization of training Chapter 4. In Kraemer W, Häkkinen I (eds). *Strength training for sport*, 55-67, Blackwell Sciences.
- Freeman R. (2006). Assesment of cardiovascular autonomic function. *Clin Neurophysiologi*, 117, 716-730.
- Fry A. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptation. *Sports Med.*, 34, 663-669.
- Fry R, Morton, A.R. y Keast, D. (1991). Overtraining in athletes. an update. *Sports Medicine*, 12, 32-65.
- Gamelin F, Berthoin S, & Bosquet L. (2006). Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(5), 887-893.

- Hackney AC, Pearman III, SN & Novacki JM. (1990). Physiological profiles of overtrained and stale athletes: A review. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2, 21-33.
- Hawley CJ, S. R. (2003). Overtraining syndrome: A guide to diagnosis, treatment, and prevention. . *Physician and Sports medicine*, 6, 25-32.
- Hedelin R, Kentta G, Wiklund U. (2000). Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 1480-1484.
- Hopkins WG. (12). Quantification of training in competitive sports. Methods and applications. *Sports Medicine*, 3, 161-183.
- Iellamo F, Legramante JM, Pigozzi F, Spataro A, Norbiato G, Lucini D, Pagani M. (2002). Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Journal of the American Heart Association*, 105, 2719-2724.
- Iellamo F, Legramante JM, Pigozzi. (2002) Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation*, 105, 2719-2724.
- Iglesias E, Clavel I, Dopico J, Tuimil JL. (2003). Efecto agudo del esfuerzo específico en judo sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y su relación con la frecuencia cardiaca alcanzada durante el entrenamiento .*Rendimiento deportivo.com.Revista digital*, núm. 6.
- Iglesias E, Clavel I. (2005). El entrenamiento de fuerza del tren superior con cargas asociadas a la máxima potencia individual: Análisis de los efectos agudos sobre la potencia mecánica . *Motricidad: Revista De Ciencias De La Actividad Física y Del Deporte*, 14, 23-35.
- Iglesias E, Clavel I, Carballo O, Dopico J, Tuimil JL. (2007). Anàlisis de les adaptacions agudes de l'entrenament de força màxima mitjançant l'estudi de les modificacions del rendiment mecànic del tren superior .*Apunts: Educació Física i Esport*, 87, 64-72.
- Israel S. (1976). The problem of overtraining from the internal and performance physiological perspective. *Medizin Un Sport*, 16, 1-12.
- Izquierdo M, Gonzalez-Badillo J J, Häkkinen K, Ibañez J, Kraemer W J, Altadill A, Eslava J. & Gorostiaga E M. (2005). Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *International Journal Sports Medicine*,
- Jürimae J, Purge P, Mäestu J, Sööt T Jürimae T. (2002). Monitoring of stress in trained male rowers.7, 11-18.
- Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML. Preface. In RB Kreider, AC Fry, ML O'Toole. (1998). *Overtraining in sport* (pp. 7-9) Human Kinetics.
- Lehmann M, Foster C, Keul J. (1993). Overtraining in endurance athletes: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 854-861.
- Lehmann M et al. (1999a). Definition, types, symptoms, findings, underlining mechanisms, and frequency of overtraining and overtraining syndrome. In MJ Lehmann C et al (Ed.), *Overload, fatigue, performance incompetence, and regeneration in sport* (pp. 1-6). New york: plenum
- Lehmann M, Gastmann U, Petersen K. (1992b). Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle and long distance runners. *Br J Sports Med.*, 26, 233-242.
- Lehmann M, Schenee W, Scheu R, Stockhausen W, Bachl N. (1992c). Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *Int J Sports Med.*, 13, 236-242.

- Lehmann M, Lormes W, Opitz-Gress A, Steinacker J.M, Netzer N, Foster C, Gastmann U.(1997). Training and overtraining: An overview and experimental results in endurance sports. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37, 7-17.
- Meehan HL. (2004). The overtraining syndrome: A multicontextual assessment. *The Sport Psychologist*, 18, 154-171.
- Meeusen R, Piacentini MF, Busschaert B, Buyse L, Schutter Gd, Stray-Gundersen J. (2004) Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over)training status. *Eur J Appl Phys*, 91(2-3), 140-146.
- Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, Steinacker J, Rietjens G, Urhausen A. (2006) Prevention, Diagnosis and Treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sport Sci*: 6(1):1-14.
- Morgan W, Brown D, Raglin J, O'Connor P, Ellicson, K. (1987a).Psychological monitoring of overtraining and staleness.*British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.
- Morgan W. (1985). Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 94-100.
- Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S. (2004). Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincare plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 24, 10–18.
- Nederhof E, Lemmink KA, Visscher C, Meeusen R, Mulder T.(2006) Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Med*. 36(10), 817-828.
- P Kaikkonen, Nummela A, Rusko H. (2007). Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises. (*European Journal Appl Physiol*), 102, 79-89.
- Portier H, Louisy F, Laude D, Berthelot M, Guezennec CY. (2001). Intense endurance training on heart rate and blood pressure variability in runners. *Med Sci Sports Exer* 33, 1120-1125.
- Raglin JS. (1993). Overtraining and staleness: Psychometric monitoring for endurance athletes. In RB Singer M Murphey & LK Tennant (Ed.), *Handbook of research on sport psychology* (pp. 840-850). New York: Macmillan.
- René G, del Alfonso S, Concepción T, Sara M. (2009). Validez concurrente de la versión española del cuestionario de recuperación-estrés para deportistas (RESTQ-sport). *Revista De Psicología Del Deporte*, 18(1)
- Rodas G, Pedret C, Ramos J, Capdevila L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: Concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (parte I). *Archivos De Medicina Del Deporte*, 25(123), 41-47.
- Rodas G. Pedret C. Ramos J, Capdevila L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: Concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (parte II). *Archivos De Medicina Del Deporte*, 25(124), 119-127.
- Saeki Y, Atogami F, Takahashi K, Yoshizawa T. (1997). Reflex control of autonomic function induced by posture change during menstrual cycle. *J Auton Nerv Syst* 66, 69-74.
- Sato N, Akatsu J. (1995). Power spectral analysis of heart rate variability in healthy young women during the normal menstrual cycle. *Psychosom Med*, 57, 331-335.
- Steinacker J, Kellman M, Böhm B, Liu Y, Opitz-gress A, Kallus K, Lehman M, Altenburg D, Lormes W. (1999). Clinical findings and parameters of stress and regeneration in rowers before world championships. In Lehmann M, Foster C, Gastamann U, Keizer H, Steinacker J (Ed.), *Overload, performance incompetence, and regeneration in sport*. (pp. 71-80)
- Suay F, Ricarte J, Salvador A. (1998). Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. *Psicología Del Deporte*, 9(13), 7-25.

- Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996) Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.
- Tudor O. B, Greg H. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training*
- Uusitalo AI, Uusitalo AJ, Rusko HK. (2000). Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. *Int J Sports Med*, 21, 45-53
- Uusitalo ALT (2001). Overtraining: Making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. *Phys Sports med*. 29(5),35-50.
- Wilmore J, Costill D. (2001). Quantificação do treinamento esportivo. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*, , 383-406.