



Variabilitat cardíaca i accelerometria: aplicació del control de càrrega en bàsquet masculí

Victor Zamora^{1*} , Lluís Capdevila² , Jaume F. Lalanza² i Toni Caparrós¹

¹Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), centre de Barcelona. Barcelona (Espanya)

²Departament de Psicologia Bàsica. Edifici B, Facultat de Psicologia. Bellaterra (Espanya)



Citació

Zamora, V., Capdevila, LL., Lalanza, J.F., & Caparrós, T. (2021). Heart Rate Variability and Accelerometry: Workload Control Management in Men's Basketball. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 143, 44-51.
[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/1\).143.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/1).143.06)

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la
Presidència Institut Nacional
d'Educació Física de
Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Víctor Zamora Roca
victor.zamora.roca@gmail.com

Secció:

Entrenament esportiu

Idioma de l'original:

Castellà

Rebut:

3 d'abril de 2020

Acceptat:

7 d'octubre de 2020

Publicat:

1 de enero de 2021

Coberta:

Handbol Espanya.
Ademar León i Liberbank
Sinfín disputen el primer
partit amb mascaretes
durant un partit de la lliga
Sacyr Asobal l'octubre
de 2020, per a complir la
normativa regional de la
COVID-19.
J.Casassis/(EPA) EFE/
lafototeca.com

Resum

Amb l'objectiu de conèixer l'existència de possibles relacions entre càrrega interna i càrrega externa al bàsquet, es va realitzar un estudi prospectiu, observacional i descriptiu durant 20 sessions d'entrenament del període competitiu d'un equip masculí de bàsquet *amateur*. Durant 10 sessions es va registrar la variabilitat de la freqüència cardíaca mitjançant el programari Fitlab®, i posteriorment, en unes altres 10, es va registrar amb accelerometria mitjançant el programari Polar Pro Team®. Es van analitzar els exercicis realitzats i la seva especificitat; les variables de càrrega interna RRmean, SDNN, RMSSD, pNN50, SHRZ, %SHRZ; i les de càrrega externa acceleracions de nivell 1, .5 a .99 m/s²; acceleracions de nivell 2, 1 a 1.99 m/s²; acceleracions de nivell 3, 2 a 2.99 m/s²; acceleracions de nivell 4, 3 a 50 m/s²; desacceleracions de nivell 1, -.5 a -.99 m/s²; desacceleracions de nivell 2, -1 a -1.99 m/s²; desacceleracions de nivell 3, -2 a -2.99 m/s² i desacceleracions de nivell 4, -3 a -50 m/s². Una anàlisi correlacional va mostrar significació entre càrrega interna i externa (SDNN i Total Ac-Dec; rho = .78, p = .004), i especificitat (SHRZ i exercici; rho = .89, p = .012). Una anàlisi de regressió lineal múltiple va mostrar que la càrrega interna (RRmean) depèn de la càrrega externa (total d'acceleracions i de desacceleracions; R² = .84). Una regressió lineal va indicar que la càrrega interna (%SHRZ) també depèn de l'especificitat de l'entrenament (R² = .59). Els resultats suggereixen relacions significatives de càrrega interna, càrrega externa i especificitat dels exercicis durant els entrenaments.

Paraules clau: càrrega interna, càrrega externa, VFC, %SHRZ, RRMean, acceleracions, desacceleracions.

Introducció

La càrrega interna (CI) ha resultat útil per guiar el procés d'entrenament al bàsquet (Sansonea et al., 2019), controlar la fatiga (Pyne i Martin, 2011) i prevenir lesions (Ivarsson et al., 2013) en una modalitat esportiva de gran estrès fisiològic i psicològic (Moreira et al., 2012). Un paràmetre per mesurar la CI és la variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC), considerada una eina eficaç per monitorar l'adaptació a la càrrega diària i al programa d'entrenament (Capdevila et al., 2008). A partir del registre de la RR (interval electrocardiogràfic entre dues ones R successives) es poden obtenir paràmetres temporals que defineixen la VFC: mitjana dels intervals RR (RRmean), desviació estàndard dels intervals RR (SDNN), arrel mitjana quadrada de la diferència d'intervals RR (RMSSD), diferència percentual dels intervals RR adjacents normals $>50\text{m/s}$ (pNN50) (Moreno et al., 2013). Aquests paràmetres temporals s'associen amb una predominància del sistema parasimpàtic i com a indicador global, entre d'altres, de la fatiga psicofisiològica de l'esportista (Schmitt et al., 2015). Altres paràmetres de CI relacionat amb la freqüència cardíaca (FC) al bàsquet és el SHRZ (Summatory of Heart Rate Zones) (Edwards, 1993; Soligard et al., 2016). Aquest es basa en el temps emprat en zones d'intensitat de FC predefinides d'acord amb 5 zones discretes de FC en relació amb la $FC_{\text{màx}}$. Un multiplicador acompanya a cada zona de FC que atorga més ponderació a respostes de FC relatives més altes, pròpies d'esports acíclics com el bàsquet (Scanlan et al., 2014).

Les càrregues externa i interna (CE i CI, respectivament) estan relacionades, definint-se la primera com aquell estímul físic extern aplicat a l'esportista durant l'entrenament (o competició) (Soligard et al., 2016). L'accelerometria és una eina aplicable a la quantificació de la CE (Boyd et al., 2011). Mitjançant l'ús d'aquests dispositius els entrenadors tenen la possibilitat d'ajustar les càrregues (Foster, et al., 2017) amb l'objectiu de reduir el risc de lesions en els jugadors durant la temporada (Caparrós et al., 2018).

Tant la CI com la CE són paràmetres que serveixen per valorar de manera independent l'efecte de l'entrenament en el jugador, i el seu control s'integra a l'entrenament, tant a nivell *amateur* com al professional (Foster et al., 2017). Una determinada CE provocarà diferents respostes fisiològiques i psicològiques individuals en un mateix equip; aquesta resposta és la CI (Soligard et al., 2016). Valorar de manera individualitzada les relacions existents entre ambdues càrregues ofereix informació específica de cada jugador com a eina específica per al control dels processos d'adaptació (Impellizzeri et al., 2019) i recuperació (Guillaumes et al., 2018).

L'anàlisi d'aquestes variables durant les sessions d'entrenament de la temporada permetria al cos tècnic, a partir del disseny dels exercicis, adaptar millor les

càrregues de treball als objectius requerits. Atenent la seva aplicabilitat en bàsquet, Schelling i Torres (2013) proposen una classificació per facilitar la programació i control de càrrega sense l'ús directe de tecnologies, perquè es divideix l'especificitat dels exercicis segons nivells d'aproximació. Els exercicis poden ser de caràcter general (nivells 0-, 0+, I), dirigit (nivells II, III), especial (nivell IV) i competitiu (nivell V) en funció de l'orientació de la tasca i les necessitats del jugador. Relacionant-ho amb exercicis, els 1v0, 2v0 i 3v0 (tasques de fins a 3 jugadors sense oposició) formarien part del nivell III. El nivell IV especial inclouria el 2v2, 2vX, 3v3, 3vX, i 4vX (joc reduït, en igualtat, inferioritat o superioritat); i el nivell V correspondria a 4v4, 5vX i 5v5 (a partir de 8 jugadors, joc reduït, superioritats o joc real).

L'objectiu d'aquest estudi va ser valorar les possibles relacions entre la CI (a partir de VFC) i la CE (a partir de l'accelerometria) en els diferents nivells d'aproximació dels exercicis d'entrenament el bàsquet *amateur*.

Metodologia

Participants

En l'estudi van participar 12 jugadors (edat: $26,5 \pm 8,8$; alçada: 190 ± 7 cm; pes: $92 \pm 6,2$ kg) d'un equip de bàsquet masculí de la divisió Copa Catalunya durant el període competitiu de la temporada 2018-2019. Tot l'equip i estaments del club (jugadors, entrenadors i directius) van ser informats sobre l'estudi i van donar el seu consentiment per a la seva realització. L'ús de les dades es va adaptar als estàndards de la Declaració d'Hèlsinki, revisada a Fortaleza (World Medical Association, 2013).

Registre de variables

A cada jugador se li va assignar una banda cardíaca toràcica (Polar Team Pro Sensor®) per al registre dels intervals RR (temps en mil·lisegons entre batecs cardíacs consecutius) i l'accelerometria. Aquests dispositius tenen un pulsòmetre i un sensor de moviment MEMS, 200 Hz (acceleròmetre, giroscopi, brúixola digital), i GPS integrat de 10Hz. A cada jugador se li va assignar un sensor (Polar Pro Team Sensor®), que enviava les dades per Bluetooth a un dispositiu mòbil (iPad), recollits durant els entrenaments pel preparador físic de l'equip. Els intervals de RR s'emmagatzemaven a l'App i s'analitzaven amb el programari Fitlab® (www.HealthSportLab.com; Barcelona, Espanya), creat especialment per realitzar estudis sobre VFC (Guillaumes et al., 2018). El programari filtrava les possibles errades de registre i permetia monitorar els paràmetres de CI a temps real, de forma simultània per a tots els jugadors.

L'accelerometria (Boyd et al., 2011) s'emmagatzemava a l'App i s'analitzava amb el programari del Polar Team Pro® (<https://teampro.polar.com>; Kempele, Finlàndia).

Variables estudiades

Les variables analitzades de CI van ser: RRmean, SDNN, RMSSD, pNN50, model de zones de freqüència cardíaca sumades (SHRZ) i % del model de zona de freqüència cardíaca sumada (%SHRZ). Les variables de la CE analitzades van ser: acceleracions i desacceleracions, dividides en acceleracions nivell 1 (A-1, inclouen entre $.50 \text{ m/s}^2$ i $.99 \text{ m/s}^2$), acceleracions nivell 2 (A-2, de 1.00 m/s^2 a 1.99 m/s^2), acceleracions nivell 3 (A-3, 2.00 m/s^2 a 2.99 m/s^2), acceleracions nivell 4 (A-4, 3.00 m/s^2 a 50.00 m/s^2); desacceleracions nivell 1 (D-1, -0.50 m/s^2 a -0.99 m/s^2), desacceleracions nivell 2 (D-2, de -1.00 m/s^2 a -1.99 m/s^2), desacceleracions nivell 3 (D-3, -2.00 m/s^2 a -2.99 m/s^2), desacceleracions nivell 4 (D-4, -3.00 m/s^2 a -50.00 m/s^2), total d'acceleracions (Total_Acc., suma d'A-1, A-2, A-3, A-4), total de desacceleracions (Total_Desacc., suma de D-1, D-2, D-3, D-4). Total A-D és la suma total d'acceleracions i desacceleracions.

Adaptant la classificació de Schelling i Torres (2013), es va contemplar l'especificitat dels exercicis segons els nivells d'aproximació: nivell III, IV i V. Es va definir també si els exercicis es realitzaven a mig camp (1/2) o a tot el camp (1/1).

Procediment

Es van registrar un total de 20 sessions d'entrenament (2 sessions setmanals durant 10 setmanes consecutives). Aquest registre es va dividir en dues fases: a) registre continu de la VFC per a l'anàlisi de CI durant 10 sessions, en la seva totalitat i per exercici. Es van excloure els registres amb artefactes $> 15\%$; b) registre dels valors d'accelerometria per a l'anàlisi de la CE durant les 10 sessions posteriors, en la seva totalitat de la sessió i per exercici.

Abans de cada sessió, els jugadors es col·locaven el sensor assignat seguint les instruccions del preparador físic. Les dades es registraven individualment de forma simultània i sincronitzada. L'equip entrenava 3 dies a la setmana registrant-se el primer i segon entrenament setmanal, que duraven entre 75 i 90 minuts, iniciant-se amb 1 exercici del nivell III, seguit d'1 o 2 del nivell IV, per centrar la major part de l'entrenament en exercicis de nivell V.

Anàlisi estadística

L'anàlisi es va realitzar amb el programari estadístic JASP versió 9.2.0 (Jasp Team, Amsterdam). Es va dur a terme

una anàlisi de tendència central de les variables de CI, la CE i nivells d'especificitat dels exercicis d'entrenament. Atenent la no-normalitat de la mostra, i amb l'objectiu de determinar la independència de les variables es va aplicar el Test de Kruskal-Wallis al conjunt de variables relatives a les sessions i exercicis d'entrenament agrupats segons la seva especificitat. El test de Friedman va permetre valorar la independència de les variables analitzades durant el transcurs de les sessions. Posteriorment, amb les mitjanes d'aquells exercicis dels quals es disposava tant de variables de CI com de la CE, i atenent la mida de la mostra (< 30), es va aplicar el coeficient rho de Spearman per determinar possibles correlacions existents. Finalment, atenent la normalitat d'aquests valors, es va determinar la seva possible relació de dependència mitjançant anàlisi de regressió lineal simple i múltiple. El nivell de significació per a totes les anàlisis és de $p < .05$. S'indica el nivell de significació exacte per a cada coeficient de correlació i els valors s'expressen amb mitjana $\pm$ desviació estàndard.

Resultats

Durant les 10 sessions de la primera fase, per a la CI es van obtenir 145 registres vàlids d'un total de 177. Atenent a la seva especificitat segons el tipus d'exercici per al nivell III, es van dur a terme 30 registres de tir $\frac{1}{2}$, en tres sessions diferents; per al nivell IV, quatre registres del $2 \times 2 \frac{1}{2}$ en una sessió i 33 registres de 3×3 Atac-Def-Desacc en tres sessions diferents; per al nivell V, 11 registres de 4×4 1/1 durant una sessió i 67 registres de 5×5 1/1 en cinc sessions. A l'anàlisi descriptiva de CI, SHRZ va mostrar el valor mitjà més alt en el 5×5 1/1 (72.10 ± 39.56) i el més baix en tir $\frac{1}{2}$ (12.45 ± 6.09). En la mateixa línia que l'anterior, %SHRZ va tenir el valor mitjà més alt en 5×5 1/1 (73.17 ± 16.44) i el valor més baix en tir $\frac{1}{2}$ (48.57 ± 17.86). RRmean es van comportar de manera contrària, sent el valor mitjà més alt en tir $\frac{1}{2}$ (488.07 ± 61.18) i el més baix en 5×5 1/1 (414.84 ± 46.38). SDNN van tenir el valor mitjà més alt en $2 \times 2 \frac{1}{2}$ (45.01 ± 13.52) i més baix en tir $\frac{1}{2}$ (35.46 ± 17.86) (taula 1).

Durant les 10 sessions de la segona fase, per a la CE es van obtenir un total de 171 registres vàlids. Per al nivell III, 23 registres de tir $\frac{1}{2}$ en una sessió i tir 1/1, 10 registres en tres sessions diferents; per al nivell IV, $1 \times 1 \frac{1}{2}$, 18 registres en dues sessions, 10 registres del $2 \times 2 \frac{1}{2}$ en una sessió, 10 registres de 3×3 Atac-Def-Desacc. en una sessió i $3 \times 3 \frac{1}{2}$, 11 registres en una sessió; per al nivell V, 45 registres de 4×4 1/1 durant quatre sessions i 44 registres de 5×5 1/1 en unes altres quatre. La CE va presentar els valors més alts de Total Ac-Desacc. en exercicis 4×4 1/1 (335.31 ± 166.16) i 5×5 1/1 (427.36 ± 235.04) i els valors més baixos en tir $\frac{1}{2}$ (142.75 ± 31.27) i en 1×1 1/1 (101.20 ± 29.33).

Taula 1

Variables de càrrega interna (mitjana i DE) registrades en les sessions d'entrenament, segons nivell d'aproximació (a partir de Schelling i Torres, 2013) i exercici per a 12 jugadors de bàsquet amateur (n=145).

Nivells d'aproximació	Nre. de registres	RRmean	SDNN	RMSSD	pNN50	SHRZ	%SHRZ
	n	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE
Nivell 3 Dirigit							
Tir ½	30	488.07 ± 61.18	35.46 ± 17.86	7.69 ± 5.27	.47 ± 1.75	12.45 ± 6.09	48.57 ± 17.86
Nivell 4 Especial							
2x2 1/2	4	487.74 ± 65.13	45.01 ± 13.52	8.29 ± 3.81	.16 ± .27	13.83 ± 4.36	49.33 ± 15.31
3x3 1/1 At Def Desacc	33	422.88 ± 38.30	37.94 ± 15.91	6.69 ± 2.55	.20 ± .29	14.36 ± 8.02	69.78 ± 14.32
Nivell 5 Competitiu							
4x4 1/1	11	422.99 ± 45.90	42.85 ± 10.04	6.32 ± 2.59	.12 ± .13	53.95 ± 13.20	70.13 ± 14.05
5x5 1/1	67	414.84 ± 46.38	43.49 ± 19.16	7.94 ± 5.79	.33 ± .54	72.10 ± 39.56	73.17 ± 16.44

Els exercicis van quedar distribuïts en 5 grups segons la seva especificitat: tir ½, 2x2 ½, 3x3 1/1 (en la seva variant Atac-Defensa-Descans), 4x4 1/1 i 5x5 1/1. Les variables de CI i la CE es van comportar de manera independent. Es van trobar diferències significatives entre els diferents exercicis analitzats en funció de l'especificitat per als paràmetres de SHRZ ($W = 146.50$; $p < .001$) i RRmean

($W = 88.45$; $p < .001$) de CI i per al paràmetre de la CE Total Ac-Desac ($W = 94.77$; $p < .001$). Es van observar diferències significatives entre el conjunt de valors de CI dels exercicis agrupats segons la seva especificitat ($F = 28.18$; $p < .001$) i sessions ($F = 10.44$; $p < .001$) i de la CE entre els exercicis agrupats segons la seva especificitat ($F = 50.74$; $p < .001$), i sessions ($F = 24.52$; $p < .001$).

Taula 2

Acceleracions i desaceleracions (mitjana i DE) registrades en les sessions d'entrenament, segons nivell d'aproximació (a partir de Schelling i Torres, 2013), intensitat i exercici per a 12 jugadors de bàsquet amateur (n=171).

Nivells d'aproximació	Nre. de registres	A-1	A-2	A-3	A-4	D-1	D-2
	n	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE
Nivell 3 Dirigit							
Tir ½	23	28.13 ± 4.39	41.25 ± 7.42	4.0 ± 1.93	.00 ± .00	24.75 ± 4.92	34.00 ± 6.82
Tir 1/1	10	51.32 ± 36.04	66.95 ± 50.33	13.95 ± 14.87	.09 ± .29	52.59 ± 37.22	65.77 ± 49.84
Nivell 4 Especial							
1x1 1/1	18	17.10 ± 5.40	26.10 ± 5.04	7.60 ± 3.75	.00 ± .00	17.10 ± 4.65	24.70 ± 5.76
2x2 1/2	10	41.60 ± 8.90	57.60 ± 7.09	14.20 ± 5.53	.00 ± .00	44.0 ± 7.07	53.90 ± 7.29
3x3 1/1	11	32.0 ± 6.03	50.73 ± 10.76	16.82 ± 7.47	.00 ± .00	31.45 ± 9.08	53.00 ± 9.26
3x3 1/1 At Def Desacc	10	31.0 ± 7.32	45.90 ± 9.59	15.90 ± 5.55	.00 ± .00	35.30 ± 7.30	47.20 ± 6.27
Nivell 5 Competitiu							
4x4 1/1	45	59.84 ± 30.23	84.78 ± 40.37	20.79 ± 12.19	.05 ± .22	61.02 ± 28.47	83.40 ± 38.79
5x5 1/1	44	75.97 ± 41.14	105.99 ± 54.39	28.91 ± 20.19	.23 ± .84	78.84 ± 45.22	103.48 ± 50.53

Taula 2 (Continuació)

Acceleracions i desacceleracions (mitjana i DE) registrades en les sessions d'entrenament, segons nivell d'aproximació (a partir de Schelling i Torres, 2013), intensitat i exercici per a 12 jugadors de bàsquet amateur (n=171).

Nivells d'aproximació	Nre. de registres	D-3	D-4	Total_Acc.	Total_Desacc.	Total Acc._Desacc.
	n	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE
Nivell 3 Dirigit						
Tir ½	23	9.88 ± 5.08	.75 ± .71	73.38 ± 13.14	69.38 ± 17.54	142.75 ± 31.27
Tir 1/1	10	15.27 ± 12.98	2.68 ± 3.90	132.32 ± 101.54	136.32 ± 103.94	268.64 ± 205.48
Nivell 4 Especial						
1x1 1/1	18	5.70 ± 2.54	2.90 ± 2.18	50.80 ± 14.20	50.40 ± 15.13	101.20 ± 29.33
2x2 1/2	10	14.70 ± 4.42	2.70 ± 2.50	113.40 ± 21.52	115.30 ± 21.29	228.70 ± 42.81
3x3 1/1	11	14.45 ± 6.68	4.91 ± 2.12	99.55 ± 24.26	103.82 ± 27.15	203.36 ± 51.41
3x3 1/1 At Def Desacc	10	13.10 ± 2.96	4.30 ± 3.47	92.80 ± 22.45	99.90 ± 20.00	192.70 ± 42.45
Nivell 5 Competitiu						
4x4 1/1	45	21.40 ± 11.53	4.04 ± 4.36	165.45 ± 83.01	169.86 ± 83.15	335.31 ± 166.16
5x5 1/1	44	28.25 ± 17.86	5.71 ± 4.98	211.09 ± 116.56	216.28 ± 118.49	427.36 ± 235.04

Taula 3

Resultats de l'anàlisi de regressió lineal múltiple que explica RRMean (CI) en funció de les acceleracions i desacceleracions totals (CE).

Resum del model de regressió

Model	R	R ²	R ² ajustat	RMSE
1	.92	.84	.77	30.30

Variables predictores: Total_Acc., Total_Desacc.

Variable dependent: RRMean

ANOVA de l'equació

Model	Suma de quadrats	df	Mitjana de quadrats	F	p
1 Regressió	20356	2	10177.8	11.09	.02
Residual	3671	4	917.8		
Total	24027	6			

Model 1 inclou Total_Acc. i Total_Desacc.

Coeficients de l'equació

Model	No estandarditzat	Error Estàndard	Estandarditzat	t	p
1 (Intercept)	492.30	13.12		37.51	< .001
Tot_Acc.	6.33	2.40	10.70	2.63	.05
Tot_Desacc.	-6.53	2.34	-11.46	-2.79	.04

Taula 4

Resultats de l'anàlisi de regressió lineal simple que explica %SHRZ (CI) en funció de l'especificitat de l'exercici (CE).

Resum del model de regressió					
Model	R	R²	R² ajustat	RMSE	
1	.77	.59	.51	8.89	
Variable predictora: especificitat de l'exercici					
Variable dependent: %SHRZ					
ANOVA de l'equació					
Model	Suma de quadrats	df	Mitjana de quadrats	F	p
1 Regressió	593.3	1	593.31	7.35	.04
Residual	403.4	5	80.68		
Total	996.7	6			
Coeficients de l'equació					
Model	No estandarditzat	Error Estàndard	Estandarditzat	t	p
1 (Intercept)	40.30	7.59		5.30	.003
Especificitat de l'exercici	4.60	1.69	.77	2.71	.04

Quant a les relacions entre valors de CI i la CE corresponents als exercicis segons la seva especificitat, es van observar correlacions significatives entre SDNN i Total Acc-Desacc ($\rho = .786$; $p = .0048$), així com entre SHRZ i l'especificitat ($\rho = .893$; $p = .012$).

Una anàlisi de regressió múltiple va mostrar que RRmean (CI) ve causada per una combinació lineal de variables de la CE: Total_Acc. i Total_Desacc. ($R^2 = .84$) (Taula 3). Alhora, una anàlisi de regressió lineal simple va indicar que el comportament de %SHRZ (CI) va ser causada per l'especificitat dels exercicis ($R^2 = .59$) (Taula 4).

Discussió

La troballa més important d'aquesta recerca és la relació entre les variables de CI amb la CE i amb l'especificitat dels exercicis d'entrenament en bàsquet masculí *amateur*. CI i la CE són usdefruits diferents i han de ser valorats de manera independent (Impellezzeri et al., 2019), suggerint-se la possible regulació individual dels valors de CI desitjats, en funció de les seves relacions amb la CE i l'especificitat dels exercicis d'entrenament.

Poder determinar relacions entre les variables de CI i la CE pot ajudar a comprendre l'efecte que té la CE en el jugador i com afecta a la seva recuperació, estrès o fatiga acumulats (Sansonea et al., 2019). Els resultats obtinguts

en aquest estudi apunten en aquesta direcció. En un context esportiu multifactorial (Carei et al., 2016), el paràmetre SDNN ha mostrat una correlació significativa amb Total Acc_Desacc. ($p < .05$), la qual cosa podria oferir una primera visió de l'efecte global de la CE en la fatiga. Les relacions significatives trobades entre altres variables podrien obrir dues vies d'actuació. D'una banda, la possible justificació de la CI (RRmean) a partir de la combinació lineal de Total_Acc. i Total_Desacc. ($R^2 = .84$) oferiria un indicador de fatiga (Pyne i Martin, 2011, la qual cosa permetria dissenyar pautes de recuperació específiques als perfils individuals (Guillaumes et al., 2018). D'altra banda, mitjançant l'ús d'una variable de CI de caràcter específic per a bàsquet (Scanlan et al., 2014) com el %SHRZ ($R^2 = .59$), seria possible la quantificació d'exercicis i sessions d'entrenament (Sanchez-Ballesta et al., 2019), permetent una programació qualitativa (Gabbett, 2016) i preventiva (Carey et al., 2016) durant la temporada.

La gestió de la càrrega de treball, valorant la CI i adequant a aquesta la CE, es fonamenta en la relació entre l'estrès psicològic i els exercicis realitzats durant l'entrenament (Scanlan et al., 2014). En la relació entre SHRZ i el tipus d'exercici ($\rho = .89$; $p = .01$) intervé la complexitat de la tasca (definida segons els nivells d'aproximació de Schelling i Torres, 2013) i els constrenyiments presents (Balague et al., 2014). Partint dels valors de SHRZ dels exercicis, es pot modular l'aspecte conductual (Capdevila et al. al.,

2008) i integrar-lo en l'entrenament, amb l'objectiu a mitjà i llarg termini de millorar el rendiment esportiu evitant la monotonia de càrregues (Morales et al., 2019) i d'estímul cognitivoemocionals.

Una premissa necessària per valorar l'aplicabilitat d'aquest plantejament és la independència dels exercicis respecte al conjunt de la sessió i en relació amb les variables de CI i de la CE. Aquests resultats indiquen que les variables no obeeixen un patró concret respecte al conjunt d'exercicis que defineixen la sessió d'entrenament, alhora que cada nivell d'aproximació és també específic en el seu comportament, tant per a la CE com per a la CI.

Aquest estudi compta amb una sèrie de limitacions. L'ús de certa tecnologia no permet connectar diversos dispositius de manera simultània, motiu pel qual no s'ha pogut registrar en una mateixa sessió la CI i la CE de cada exercici. Alhora, el context esportiu és obert i complex i en esports de contacte com el bàsquet hi acostuma a haver variables no controlades que augmenten errors o pèrdues de registre, la qual cosa disminueix la mida de les mostres d'estudi. En aquest sentit, l'esport *amateur* condiciona la constància quant a l'assistència als entrenaments i competicions dels jugadors.

Conclusions

En un context específic d'un equip de bàsquet masculí *amateur*, s'han observat relacions significatives de CI (RRMean, SDNN i %SHRZ) amb la CE (Total_Desacc.) i l'especificitat dels exercicis d'entrenament. En esports de càrrega intermitent com el bàsquet, se suggereix la valoració de la CI i de la CE de manera independent i complementària.

Aplicacions pràctiques

Els nivells d'aproximació proposats per Schelling i Torres (2013) es presenten com una eina vàlida per a la gestió del control de càrrega, tan interna com externa, durant els entrenaments. La seva aplicabilitat es dirigeix en dos sentits. D'una banda, la programació a partir de valors de la CE permetria aproximar-se a valors de CI desitjables. D'altra banda, l'anàlisi dels valors de CI previs a l'entrenament a partir de la VFC oferiria una informació individualitzada, específica i aplicable per gestionar la CE òptima per a l'entrenament, en funció de l'estat psicofisiològic del jugador.

Agraïments

Aquest estudi s'ha realitzat gràcies al projecte de R+D+I, DEP2015-68538-C2-1-R del Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat.

Referències

- Balagué Serre, N., Torrents Martín, C., Pol Cabanellas, R., & Seirul-lo Vargas, F. (2014). Integrated Training. Dynamic principles and applications. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 116, 60-68. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/2\).116.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/2).116.06)
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 6, 311-321. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.3.311>
- Caparrós, T., Casals, M., Solana, Á., & Peña, J. (2018). Low external workloads are related to higher injury risk in professional male basketball games. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(2), 289. PMID: PMC5950746.
- Capdevila Ortís, L., Rodas Font, G., Ocaña Mariné, M., Parrado Romero, E., Pintanel Bassets, M. & Valero Herreros, M. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad de vida (SF-12). *Apunts Medicina de l'Esport*, 43(158), 62-69.
- Carey, D.L., Blanch, P., Ong, K.-L., Crossley, K.M., Crow, J. & Morris, M.E. (2016) Training loads and injury risk in Australian football—differing acute: chronic workload ratios influence match injury risk. *British Journal of Sports Medicine* 51(16), 1215- 1220. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096309>
- Edwards, S. (1993). Heart Rate Monitor Book (Polar Electro Oy). New York.
- Foster, C., Rodríguez-Marroyo, J. A., & Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: The past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(12), S2-S8. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2016-0388>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Guillaumes, J. M., Caparrós T., Puntí, D. C., Montull, L., Orriols, G., & Ortís, L. C. (2018). Monitorización psicofisiológica del proceso de recuperación en deportistas de élite de la selección española de esquí de montaña a través de la RMSSD y la percepción subjetiva de la recuperación. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 13(2), 219-223.
- Impellizzeri, F., Samuele M. Marcora, S. & Coutts, A.J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (Ahead of Print) <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0935>
- Ivarsson, A., Johnson, U. & Podlog, L. (2013) Psychological predictors of injury occurrence: a prospective investigation of professional Swedish soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22,19–26. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.1.19>
- Morales Aznar, J., Roman, V., Yáñez, A., Solana-Tramunt, M., Álamo, J. M., & Fíguls, A. (2019). Physiological and psychological changes at the end of the soccer season in elite female athletes. *Journal of Human Kinetics*, 66/2019, 99-109. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0051>

- Moreira, A., McGuigan, M. R., Arruda, A. F., Freitas, C. G., & Aoki, M. S. (2012). Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 861-866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822645e9>
- Moreno Sánchez, J., Parrado Romero, E., & Capdevila Ortís, L. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicofisiológicos en deportes de equipo de alto rendimiento. *Revista de psicología del deporte*, 22(2), 0345-352.
- Pyne, D.B. & Martin, D.T. (2011). Fatigue-insights from individual and team sports. In: Marino FE, ed. Regulation of fatigue in exercise. New York: Nova Science, 2011:177-85.
- Sánchez Ballesta, A., Abruñedo, J., & Caparrós, T. (2019). Accelerometry in Basketball. Study of External Load during Training. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 135, 100-117. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/1\).135.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/1).135.07)
- Sansonea, P. A., Tessitore, A., Paulauskas, H., Lukonaitiene, L., Tschanc, H., Plaugad, V. & Conte D. (2019). Physical and physiological demands and hormonal responses in basketball small-sided games with different tactical tasks and training regimes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 602-606. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.017>
- Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The relationship between internal and external training load models during basketball training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2397-2405. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000458>
- Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2013). Conditioning for basketball: Quality and quantity of training. *Strength and Conditioning Journal*, 35(6), 89-94. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000018>
- Schmitt, L., Regnard, J., & Millet, G. P. (2015). Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: an avenue beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*, 6, 343. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00343>
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... & van Rensburg, C. J. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030-1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki. *Journal of the American Medical Association*, 310(20), 2191. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a la url <https://www.revista-apunts.com/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>