



Proposta de monitoratge de càrregues en bàsquet a partir de la utilització conjunta de quatre eines *low cost*

Roberto Molina^{1*} , Daniel Lapresa^{1*} , Javier Arana¹ , Ildefonso Álvarez-Marín² i Hugo Salazar³

¹ Universitat de La Rioja, Logronyo (Espanya).

² Universitat Isabel I, Burgos (Espanya).

³ Departament de Rendiment Esportiu, Saski Baskonia, Vitòria-Gasteiz (Espanya).



Citació

Molina, R., Lapresa, D., Arana, J., Álvarez-Marín, I. & Salazar, H. (2025). A proposal for load monitoring in basketball based on the joint use of four low-cost tools. *Apunts Educación Física y Deportes*, 160, 26-34. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/2\).160.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/2).160.04)

Editat per:

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

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Daniel Lapresa
daniel.lapresa@unirioja.es

Secció:

Entrenament esportiu

Idioma de l'original:

Castellà

Rebut:

1 de juliol de 2024

Acceptat:

11 de novembre de 2024

Publicat:

1 d'abril de 2025

Coberta:

Ana Alonso i Oriol Cardona
aconsegueixen la seva
classificació pel nou esport
olímpic d'esquí de muntanya amb
un segon lloc en el Campionat del
Món 2025 a Bòi Taüll. © ISMF

Resum

En aquest article, fet en el marc d'un club de bàsquet professional que va disputar simultàniament la Lliga ACB i la Basketball Champions League, s'exposa la utilització conjunta de quatre eines *low cost* per al control de la càrrega: el Sistema Integral de l'Anàlisi de les Tasques de l'Entrenament (SIATE), la percepció subjectiva de l'esforç de la sessió (sRPE), el monitoratge de la freqüència cardíaca (TRIMP) i la percepció subjectiva de l'estat de benestar per part de l'esportista (qüestionari Wellness). Mitjançant un model d'equacions estructurals s'analitzen les relacions que es generen entre els resultats obtinguts amb cada una de les eines (les puntuacions dels set jugadors, que van complir els criteris d'inclusió en les 31 setmanes que va incloure la temporada), i es determinen quines variables poden predir les puntuacions de càrrega interna objectiva obtingudes a partir del TRIMP corresponents al dia de més càrrega de la setmana. Aquest és el primer estudi que relaciona aquestes quatre eines *low cost* de monitoratge de càrregues. Per mitjà d'un model d'equacions estructurals, en el qual totes les relacions han resultat estadísticament significatives, s'ha constatat la relació entre les puntuacions obtingudes en el TRIMP i les variables SIATE, RPE i Wellness, un fet que avala la utilització conjunta de les quatre eines *low cost* proposades.

Paraules clau: model d'equacions estructurals, percepció subjectiva de l'esforç de la sessió, sistema integral d'anàlisi de tasques d'entrenament, TRIMP, Wellness.

Introducció

El rendiment esportiu és el resultat d'una complexa interacció entre factors que influeixen en la capacitat d'un atleta per assolir el seu màxim potencial. El control de càrregues d'entrenament és un component fonamental en l'optimització del rendiment i la prevenció de lesions en esportistes de totes les disciplines i els nivells de competència. La gran majoria d'entrenadors no tenen accés a dispositius inercials i/o de *tracking* (GPS/LPS) a causa del seu cost econòmic elevat. En aquest context, sorgeix la necessitat d'explorar i desenvolupar eines de baix cost que puguin proporcionar dades precises i fiables sobre l'estat de forma tant individual com de la plantilla.

En aquest article, s'exposa la utilització conjunta de quatre eines *low cost* per al control de la càrrega: el Sistema Integral de l'Anàlisi de les Tasques de l'Entrenament (SIATE), la percepció subjectiva de l'esforç de la sessió (sRPE, per les seves sigles en anglès), el monitoratge de la freqüència cardíaca (mètode TRIMP) i la percepció subjectiva de l'estat de benestar per part de l'esportista (qüestionari Wellness).

Per al monitoratge de la càrrega externa (vessant objectiu) s'ha recorregut al SIATE (Ibáñez et al., 2016). L'origen del SIATE es troba en la proposta de monitoratge de càrregues realitzada per Coque (2008, 2009) per a la selecció nacional absoluta espanyola de bàsquet masculí. Es tracta d'un sistema de monitoratge caracteritzat per ser universal, modulable, flexible i que es pot estandarditzar (Ibáñez et al., 2016). Reina et al. (2019) van demostrar l'estreta correlació entre el control de càrrega externa mitjançant el SIATE i les dades analitzades mitjançant dispositius de *tracking* (càrrega externa objectiva), que van incloure variables com ara acceleracions, desceleracions, distància recorreguda i *Player Load* —calculada com l'arrel quadrada de la suma de la taxa de canvi instantani en l'acceleració en els tres plans de moviment (Bredt, et al., 2020).

Per al monitoratge de la càrrega interna (vessant subjectiu), i a partir de l'escala de Borg o *Rate of Perceived Exertion* (RPE), s'ha recorregut a l'índex de Foster (2001) o *session Rate of Perceived Exertion* (sRPE) que s'obté del producte entre l'RPE del jugador pel temps d'entrenament. És una eina fiable per monitorar i controlar càrregues d'entrenament, i s'ha constatat la seva forta correlació amb variables de càrrega externa (Casamichana et al., 2013; Clemente et al., 2019; Gallo et al., 2015; Moreira et al., 2012; Svilar et al., 2018). Les variables RPE i sRPE malgrat la seva naturalesa subjectiva, són més consistents davant de càrregues tant agudes com cròniques, i mostren una sensibilitat més gran que altres mesures objectives com són els nivells de creatina quinasa a la sang (Saw et al., 2015) o la resposta de la freqüència cardíaca durant l'entrenament (Moussa et al., 2019).

La freqüència cardíaca ha demostrat que és un *gold-standard* per al monitoratge de la càrrega interna objectiva (Manzi et al., 2010), que ofereix informació en temps real sobre la resposta fisiològica de l'organisme i proporciona un *feedback* instantani sobre la resposta cardiovascular de l'esportista. En el present estudi s'ha recorregut, com a indicador de la càrrega obtingut a partir de la freqüència cardíaca, al *Training Impulse* (TRIMP) (Banister et al., 1991), que permet quantificar la càrrega acumulada per un jugador durant una sessió d'entrenament. El TRIMP és el resultat de multiplicar la durada de l'exercici per la seva intensitat (expressada com un percentatge de la freqüència cardíaca màxima). La fórmula general per al càlcul esmentat és: $TRIMP = \sum_{i=1}^n (Durada_i \times Intensitat_i \times e^{0.64 \times Intensitat_i})$, on: Durada, és la durada de l'exercici; Intensitat, és la intensitat de l'exercici expressada com un percentatge de la freqüència cardíaca màxima de l'individu; *e* és la base del logaritme natural (2.71828). Finalment, la intensitat queda associada a un factor de ponderació que varia en funció dels autors consultats (Foster et al., 2001; Puente et al., 2017; Saldanha et al., 2017; Torres-Ronda et al., 2016).

Finalment, s'ha recorregut al qüestionari de benestar (Wellness), que té els seus orígens a l'índex Hooper (Hooper y Mackinnon, 1995). Aquest qüestionari proporciona informació sobre cinc variables: el son, l'estrès, la motivació, el nivell de fatiga i la malaltia. L'elaboració d'un passaport de benestar obtingut a partir de múltiples mesuraments del benestar és una eina per determinar el nivell de rendiment que es pot esperar de l'esportista (Clemente et al., 2017). La seva fàcil implementació en les rutines diàries (tot just 1 minut), permet utilitzar els qüestionaris de benestar com a eina de seguiment (Jones et al., 2017). Els valors de benestar s'utilitzen com a paràmetres prescriptius de la càrrega externa, atès l'impacte negatiu que tenen les qualificacions baixes sobre la càrrega externa (Gallo et al., 2015). La consegüent reducció del volum i de la freqüència de l'entrenament (*tapering*) conduirà a una disminució de la càrrega interna, fet que es traduirà en un augment de la valoració del benestar (Botonis et al., 2019).

La utilització conjunta de les dades recollides amb les eines de monitoratge *low cost* que constitueixen aquesta proposta de monitoratge de càrregues, permet la presa de decisions informada. D'aquesta manera els objectius del present estudi són: a) presentar una proposta de monitoratge de càrregues en el bàsquet consistent en la utilització conjunta de quatre eines *low cost* que permetin a tècnics i entrenadors que no puguin disposar de dispositius de *tracking* costosos, optimitzar el control i la gestió del rendiment esportiu; b) determinar quines variables poden predir les puntuacions de càrrega interna objectiva obtingudes a partir del TRIMP, relatives a la sessió de més càrrega de la setmana, analitzant els resultats obtinguts per cada una de les eines *low cost* que constitueixen la proposta de monitoratge de càrregues.

Metodologia

Participants

S'ha realitzat un estudi comparatiu transversal no experimental, fent servir un disseny de mesures repetides. Les dades que sustenten aquest treball s'han recollit en un club de bàsquet masculí professional que, en la temporada sotmesa a estudi, va disputar dues competicions simultàniament: la Lliga ACB (Associació Espanyola de Bàsquet) en l'àmbit nacional i la competició Basketball Champions League en l'àmbit internacional. La plantilla, composta per 20 jugadors, va realitzar 232 sessions d'entrenament grupal i va disputar un total de 48 partits de competició oficial. Els criteris d'inclusió per formar part del mostreig que suporten els resultats d'aquest article van ser similars als utilitzats en aquest tipus d'estudis (Clemente et al., 2019): a) presentació d'autorització mèdica per exercir en un context professional; b) haver completat el 80 % dels mesocicles de la temporada; c) haver realitzat el 80 % de les sessions del mesocicle corresponent. Es van excloure els participants de la plantilla que no complien aquests criteris prefixats, de manera que la mostra final va quedar constituïda pels set jugadors que els complien tots. S'ha treballat amb les puntuacions d'aquests jugadors en la sessió de més càrrega setmanal en les 31 setmanes (microcicles) que inclou la temporada, la qual cosa suposa 217 puntuacions de cada eina *low cost*, amb les quals es pot desenvolupar de manera convenient un model d'equacions estructurals (Wolf et al., 2013).

El present estudi es va realitzar d'acord amb la Declaració de Hèlsinki. Compta amb l'autorització del club i el consentiment informat dels participants, així com amb l'aprovació del Comitè d'Ètica de la Investigació de la Universitat de La Rioja (expedient núm. 76529).

Instruments i procediment

En la proposta d'utilització del SIATE es van registrar les tasques realitzades i el temps útil fet servir en cada tasca, durant totes les sessions d'entrenament del grup. Aquesta eina està constituïda per sis variables "primàries": grau d'oposició, densitat de la tasca, nombre d'executants simultanis, factor competitiu, espai de joc i implicació cognitiva. Cada una de les tasques es puntua atenent les sis dimensions esmentades, amb una valoració màxima de 5 punts i una valoració mínima d'1 punt (veure la taula 1 i la figura 1). De les variables "primàries" es desprenen altres variables "secundàries" com la càrrega de la tasca obtinguda de la suma del valor assignat a cada un dels sis paràmetres primaris (oscil·la entre els 5 i 30 punts) i la càrrega de la tasca pel temps útil de pràctica, el resultat de la qual és expressat en unitats arbitràries (UA). Aquest últim paràmetre reflecteix amb més precisió la càrrega real de la tasca (Reina et al., el 2019; Fuster et al., 2021). Quant als llinars de SIATE es va prendre com a referència la càrrega màxima teòrica que correspon amb la del partit o competició (García et al., 2022; Torres-Ronda et al., 2016), on el temps útil de joc en un partit oficial de bàsquet són quaranta minuts i la puntuació assignada a la tasca de "5x5 continu" és la més gran possible amb 30 punts (1200 UA). Amb aquesta referència, es van establir quatre tipus de sessió en funció de la càrrega: sessions de càrrega baixa (recuperació) corresponents a valors inferiors al 50 % de la càrrega de partit –càrregues inferiors a 600 UA–; sessions de càrrega mitjana (manteniment) amb càrregues compreses entre el 50-69 % de la càrrega de partit –entre les 600 i 799 UA–; sessions de càrrega alta (desenvolupament) corresponents a una càrrega entre el 70-89 % de competició –entre 800 i 999 UA–; i sessions competitives –entre 1000 i 1200 UA.

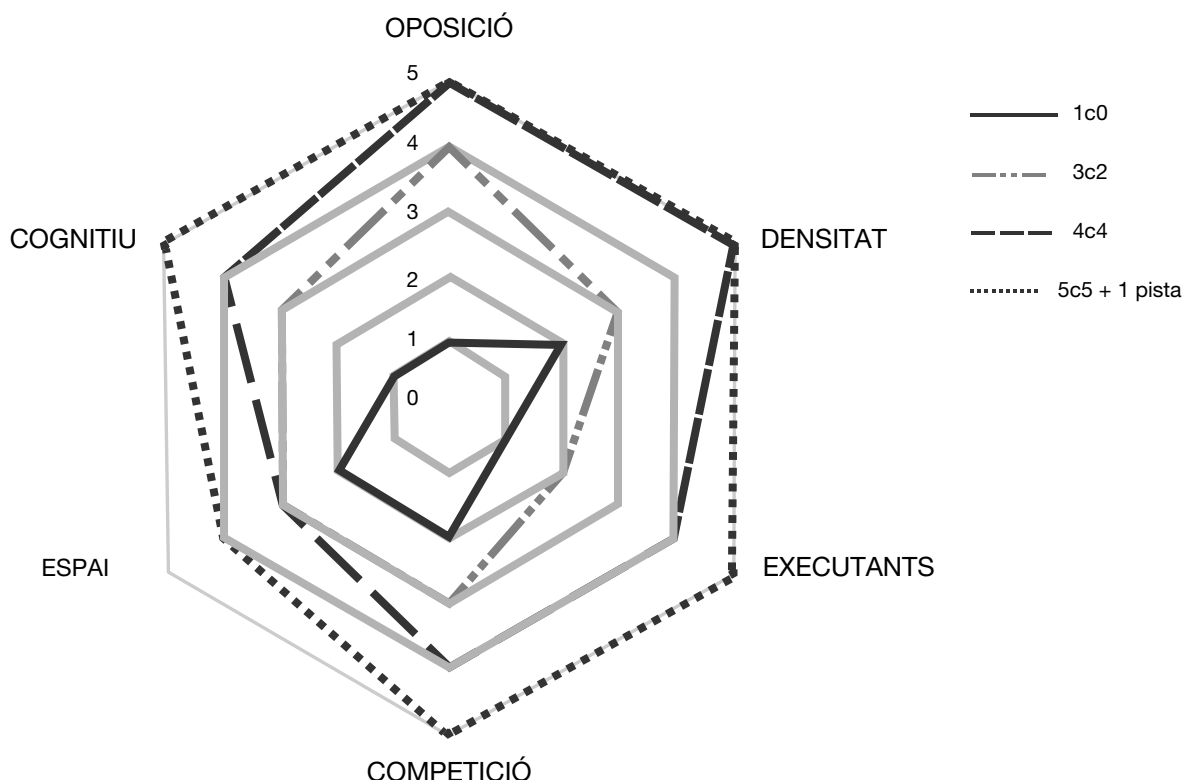
Taula 1

Valors assignats a cada faceta de la Tasca segons el SIATE.

Oposició	Densitat	Executants	Competició	Espai	Cognitiu	Valor
1x0 / 2x0 / 3x0 / 4x0 / 5x0	Trot suau	<20 % [1-2]	No competeix	Tir lliure / Estàtic	Individual	1
4x1 / 5x2 /	Ritme suau continu	21-40 % [3-5]	Tècnica	1/4 camp	1x1/ 2x0 / 2x1 / 2x2	2
3x1 / 4x2 / 5x3	Ràtio treball / descans: 1/2 - 1/4	41-60 % [5-7]	Oposició sense competició	1/2 camp	3x0/ 3x1/ 3x2/ 3x3	3
2x1 / 3x2 / 4x3 / 5x4	Ràtio treball / descans: 1/1	61-80 % [7-9]	Oposició reduïda + marcador	Tot el camp	4x0/ 4x1 / 4x2 / 4x3 / 4x4	4
1x1 / 2x2 / 3x3 / 4x4 / 5x5	Ràtio treball / descans: 1/0 - 2/1	81-100 % [10-12]	Marcador i equip complet	Tot el camp i continuïtat	5x0 / 5x1 / 5x2 / 5x3 / 5x4 / 5x5	5

Figura 1

Exemple d'assignació de valors per faceta en el SIATE.

**Taula 2**

Exemple de quantificació de l'sRPE en una sessió d'entrenament.

Participant	RPE muscular	RPE cardio-vascular	RPE Total	Temps Efectiu (min)	sRPE
Jugador 1	3	3	3	111.0	333 UA
Jugador 2	4	6	5	108.0	540 UA
Jugador 3	3	5	4	102.0	408 UA
Jugador 4	5	5	5	111.0	555 UA
Jugador 5	3	7	5	111.0	555 UA
Jugador 6	5	5	5	110.0	550 UA
Jugador 7	4	6	5	108.0	540 UA

Les dades de l'RPE de cada jugador es van recollir durant tots els entrenaments en la finestra temporal de 15 a 45 minuts postentrenament, mitjançant la plataforma *Teambuildr LLC* –existeixen altres eines gratuïtes per a la recollida de dades com *Google questionnaire*, *Survey Monkey* o *Pollfish* i fins i tot l'aplicació de *WhatsApp*. Gràcies a aquesta eina cada jugador va contestar a les preguntes: a) Fins a quin punt ha estat dura la sessió a nivell muscular? b) Fins a quin punt ha estat dura la sessió a nivell cardiovascular? Tenint en compte la següent

escala d'apreciació: extremadament lleugera = 1, molt lleugera = 2, lleugera = 3 i 4, moderada = 5 i 6, intens = 7 i 8, molt intensa = 9, màxim esforç = 10. El valor obtingut queda expressat en UA. L'RPE és el resultat de la mitjana entre l'RPE muscular i l'RPE cardiovascular. Per al còmput de l'sRPE es va multiplicar el temps útil de l'entrenament expressat en minuts –tenint en compte les substitucions i sense incloure la part inicial i final de la sessió (Reina et al., el 2019; Scanlan et al., 2014)– per l'RPE total del jugador (vegeu la taula 2).

El registre de la freqüència cardíaca, recollit durant la sessió d'entrenament de més càrrega setmanal d'acord amb el SIATE, es va dur a terme mitjançant dispositius Polar HR10, vinculats amb el programari *Polar Team* (v. 1.9.1) instal·lat i actiu en un dispositiu Tauleta. En aquesta proposta de monitoratge de càrregues, el TRIMP es va calcular mitjançant el sumatori dels valors obtinguts en multiplicar el temps (en minuts) que el jugador va estar a cada zona d'entrenament, pel coeficient de ponderació associat. Seguint la proposta d'Stagno et al. (2007), durant la nostra intervenció (vegeu la taula 3) es va assignar un coeficient de ponderació diferent a cada una de les cinc zones de compromís cardiovascular: Z1, entre el 65-71 % de la FCmàx (coeficient de ponderació = 1.25); Z2, entre el 72-78 % de la FCmàx (1.71); Z3, del 79-85 % de la FCmàx (2.54); Z4, del 86- 92 % de la FCmàx (coeficient 3.61); Z5, del 93-100 % de la FCmàx (5.16). Aquestes zones de

freqüència cardíaca es van establir de forma individual atenent els paràmetres de la prova d'esforç realitzada en el reconeixement mèdic a l'inici de la temporada.

Pel que fa a l'aplicació del qüestionari Wellness, els esportistes van completar diàriament, utilitzant la plataforma digital *Teambuildr* i fins a una hora abans de l'inici de la sessió, un qüestionari de cinc dimensions: a) Energia: Com estàs a nivell energètic?; b) Muscular: Com estàs a nivell muscular?; c) Lesió: Et sents limitat per alguna lesió o malaltia?; d) Humor: Quin és el teu nivell d'estrès o motivació?; e) Son: Com valoraries el teu descans? El valor de resposta més baix, igual a 1, es vincula al factor que restringeix el rendiment, mentre que el més alt, igual a 10, s'assigna al factor que el beneficia. El resultat total del Wellness (vegeu la taula 4) es correspon amb el sumatori de les puntuacions obtingudes en cada una de les dimensions, assolint un màxim de 50 punts i un mínim de 5.

Taula 3

Exemple de quantificació del TRIMP per jugador en una sessió d'entrenament.

Zona cardiovascular (Coeficient de ponderació)	Z1 (1.25)	Z2 (1.71)	Z3 (2.54)	Z4 (3.61)	Z5 (5.16)	TRIMP
Jugador 1	15	10	13	23	7	188
Jugador 2	25	14	21	7	0	134
Jugador 3	40	19	7	3	1	116
Jugador 4	33	6	11	12	7	159
Jugador 5	63	3	1	0	0	86
Jugador 6	34	13	12	8	1	129
Jugador 7	8	10	12	15	24	236

Taula 4

Exemple de quantificació del qüestionari Wellness d'una sessió d'entrenament.

JUGADOR	Energia	Muscular	Lesió	Humor	Son	Wellness
Jugador 1	9	5	9	8	8	39
Jugador 2	10	10	10	10	8	48
Jugador 3	7	5	7	7	9	35
Jugador 4	9	8	9	9	9	44
Jugador 5	6	6	6	10	8	36
Jugador 6	7	9	7	10	7	40
Jugador 7	8	9	8	10	8	43

Anàlisi de dades

Per satisfer l'objectiu d'analitzar les relacions generades entre els resultats obtinguts per cada una de les eines *low cost* que constitueixen la proposta de monitoratge de càrregues, i determinar quines variables poden predir les puntuacions en el TRIMP en la sessió de més càrrega de la setmana, s'ha calculat la relació entre les puntuacions en el TRIMP i les variables Wellness, SIATE, sRPE i RPE, utilitzant *Structural Equation Models*, i correlacions de Pearson. Seguint els criteris de Cohen (Gignac i Szodorai, 2016), els valors $r = .10$, $r = .30$ i $r = .50$ es van considerar de magnitud petita, mitjana i gran, respectivament. Els valors de correlació amb una probabilitat associada menor o igual a .05 es van qualificar d'estadísticament significatius.

En l'anàlisi del model predictiu s'ha utilitzat l'estimador de Mínims Quadrats Ponderats Robustos i valors de Chi-quadrat. L'adequació del model s'ha estimat utilitzant els següents índexs de bondat d'ajustament: índex d'ajustament comparatiu (CFI, per les seves sigles en anglès), índex de Tucker-Lewis (TLI, per les seves sigles en anglès), error quadràtic mitjà d'aproximació (RMSEA, per les seves sigles en anglès) i residu estandarditzat quadràtic mitjà (SRMR) (Schneider et al., 2006). Es considera que existeix un bon ajustament del model, si el valor d'RMSEA és inferior a .05, el d'SRMR inferior a .08 i els índexs CFI i TLI superiors a .95 (Hu i Bentler, 1999).

Les dades s'han incorporat en un full de registre (*Microsoft Excel v15*) adaptat pels investigadors. Per a l'anàlisi de dades s'han fet servir els programes SPSS 28.0 i MPLUS 7.2.

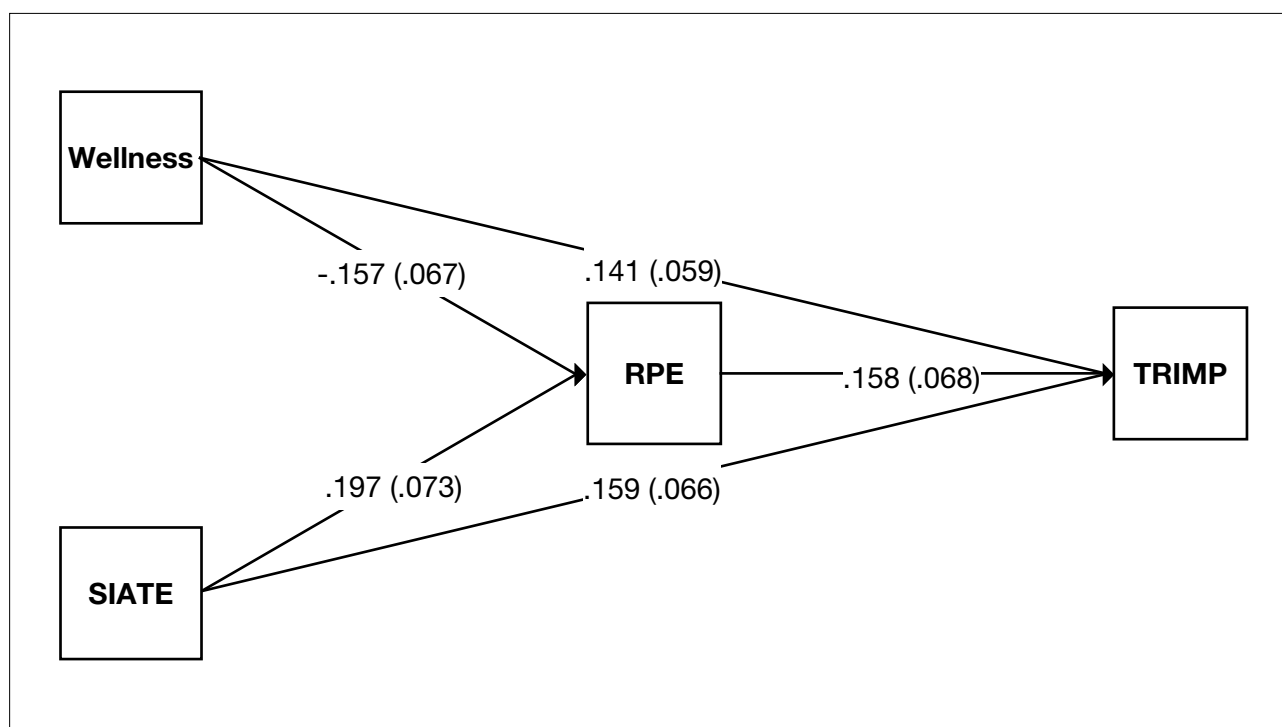
Resultats

En un primer moment s'ha intentat realitzar un model d'equacions estructurals que incorpori la relació entre les puntuacions del TRIMP (Mitjana = 151.43; Desviació típica = 41.38) i les variables Wellness (Mitjana = 40.70; Desviació típica = 3.20), sRPE (Mitjana = 639.62; Desviació típica = 153.77) i SIATE (Mitjana = 2015.29; Desviació típica = 435.60) però no s'han obtingut correlacions significatives tret d'en l'associació entre sRPE i SIATE ($r = .467$; $p < .001$). Tanmateix, en incorporar les variables Wellness, RPE (Mitjana = 6.95; Desviació típica = 1.23) i SIATE, s'han obtingut relacions estadísticament significatives entre totes les variables relacionades. Els índexs d'ajustament CFI i TLI d'aquest *Structural Equation Model* són, ambdós, igual a 1. El valor d'RMSEA és menor de .001 i el d'SRMR .056. Aquests valors corroboren el bon ajustament del model presentat a la figura 2.

Les puntuacions del qüestionari Wellness (0.141) i del Sistema Integral d'Anàlisi per a les Tasques de l'Entrenament (SIATE) (0.159), influeixen de manera directa sobre els

Figura 2

Structural Equation Model que mostra la relació entre el TRIMP i les variables Wellness, RPE i SIATE. S'aporta el valor de cada correlació i, entre parèntesi, l'error de mesura.



valors de càrrega interna objectiva recollits mitjançant el TRIMP com a indicador de l'estrès cardiovascular que la tasca exerceix sobre el jugador.

El TRIMP és modulad també, de manera indirecta, per les puntuacions obtingudes en la variable RPE. L'efecte del SIATE sobre el TRIMP, mediatitzat per l'RPE, s'obté multiplicant els coeficients de correlació de la relació mediatitzada per l'RPE i se suma el coeficient directe: $(.197 \times .158) + .159 = .190$. Per la seva part, l'efecte del Wellness sobre el TRIMP, mediatitzat per l'RPE, és: $(-.157 \times .158) + .141 = .116$. La correlació negativa entre Wellness i RPE reflecteix que, a més puntuació del sRPE major duresa de la sessió i per tant menor benestar percebut (puntuació al qüestionari Wellness).

Discussió

La gestió de les càrregues d'entrenament és essencial per millorar el rendiment i evitar lesions en esportistes de qualsevol nivell i disciplina. La majoria dels tècnics i entrenadors no tenen accés a dispositius de *tracking* a causa del seu elevat cost econòmic. Aquest article satisfà, en primer lloc, l'objectiu de presentar una proposta de monitoratge de càrregues consistent en la utilització conjunta de quatre eines *low cost* que permet optimitzar el control i la gestió del rendiment esportiu en bàsquet. Sobre això, SIATE, sRPE i Wellness són variables que poden ser implementades en un full de registre tipus Excel, la qual cosa facilita la seva utilització en tota mena de contextos esportius. El TRIMP es recull mitjançant sensors de freqüència cardíaca amb un cost associat assequible per a la gran majoria de tècnics i entitats esportives.

La utilització de l'eina de control SIATE —càrrega de la tasca pel temps útil de pràctica expressat en minuts— per al monitoratge de la càrrega externa (vessant objectiu), permet un monitoratge de la càrrega real de les tasques desenvolupades en la sessió d'entrenament i permet la seva adequació per ajustar-se a la programació, alhora que manté els límits establerts per a cada tipus de sessió: regenerativa (<50 %), manteniment (50-69 %), desenvolupament (70-89 %), competició (90-100 %).

Per al monitoratge de la càrrega interna (vessant subjectiu), s'ha recorregut al *session Rate of Perceived Exertion* (sRPE) tenint en compte el model *Acute: Chronic Workout Ratio* (ACWR) (Hulin et al., 2016), segons el qual el risc de lesió augmenta quan la càrrega aguda fluctua significativament. Els valors setmanals d'sRPE poden variar de 2000 a 5000 UA en funció de la densitat competitiva, el nombre de sessions, la durada de les sessions, el nombre de jugadors, etc. (Piedra et al., 2021). Un augment setmanal del 10 % en la variable RPE i/o sRPE pot explicar, per si sol, un 40 % de les lesions ocorregudes durant la setmana següent (Piggott et al., 2009). És per això que es recomana

que la planificació de càrregues es desenvolupi comparant el sumatori (individual o col·lectiu) de valors d'sRPE entre microcicles consecutius i mantenint la variabilitat intersetmanal dels valors d'sRPE per sota del 10 % teòric (Gabbett, 2016).

El monitoratge de la càrrega interna objectiva mitjançant la freqüència cardíaca es va fer en la sessió de més càrrega de la setmana d'acord amb el SIATE, cosa que suposa l'exposició del jugador a càrregues similars a les de competició (Berkelmans et al., 2018), i implica una optimització en la gestió del rendiment esportiu de l'equip i dels jugadors, alhora que redueix l'esforç requerit per a la recollida de dades (Foster et al., 2017). El TRIMP s'ha calculat mitjançant el sumatori dels valors obtinguts en multiplicar el temps (en minuts) que el jugador va estar a cada zona d'entrenament pel coeficient de ponderació associat. L'anàlisi de les dades donades pel TRIMP es va centrar a realitzar una comparativa dels valors postentrenament: a) intrasessió entre jugadors, b) intersessions per a un mateix jugador. Quan els valors d'un jugador s'allunyen dels de la resta del grup durant diverses sessions consecutives, es considera pertinent realitzar ajustaments en la programació (Bucheit y Laursen, 2013).

Pel que fa al qüestionari de benestar, i tenint en compte que el rendiment de jugadors amb puntuacions baixes al qüestionari Wellness es pot veure afectat negativament (Gallo et al., 2017), es presta una atenció especial (Govus et al., 2018) a aquells qüestionaris que tinguin: a) menys de 25 punts totals, b) dos o més paràmetres per sota de 5 punts. Quan es presentava alguna de les situacions descrites anteriorment, es realitzava una valoració conjunta per part de l'*staff* sobre la disponibilitat del jugador per a la sessió de treball i es procedia a l'ajustament de la càrrega d'entrenament per reduir el risc de fatiga i/o lesions. I és que, independentment del nombre de partits disputats al llarg de la setmana, les estratègies de *tapering* han demostrat que incrementen el perfil de Wellness els dies de partit i redueixen els valors de RPE i sRPE (Manzi et al., 2010).

El segon objectiu de l'article se centra a analitzar les relacions que es generen en la sessió de més càrrega de la setmana, entre els resultats obtinguts per cada una de les eines *low cost* que constitueixen la proposta de monitoratge de càrregues, i determinar quines variables poden predir les puntuacions de càrrega interna objectiva obtingudes a partir del TRIMP.

Per a l'elaboració de l'equació estructural presentada a l'article, la primera variable de la qual se'n va analitzar l'efecte mediador entre el Wellness i el SIATE i les puntuacions en el TRIMP va ser l'sRPE, però en observar que la solució resultant no presentava uns índexs de bondat d'ajustament adequats, es va optar per substituir-la per l'RPE. Això es podria deure al fet que les puntuacions en l'sRPE són les corresponents l'RPE però multiplicades

pel temps d'entrenament (Foster, 2001), que augmenta el rang de puntuacions a analitzar i modifica el valor de les correlacions obtingudes en el model.

Cal destacar que totes les relacions mostrades en el model d'equacions estructurals (figura 2) han resultat estadísticament significatives, malgrat la mida reduïda de la mostra, la qual cosa denota de forma evident la relació entre les puntuacions obtingudes en el TRIMP i les variables SIATE, RPE i Wellness. Tanmateix, hem d'esmentar com una de les limitacions d'aquest estudi, els valors reduïts de correlació obtinguts entre les variables que componen l'*Structural Equation Model*. Una de les raons és la mida reduïda de la mostra que disminueix el poder de contrast (capacitat de la prova per trobar altes correlacions) de les proves realitzades. La nostra intenció en treballs futurs és replicar l'estudi amb mostres d'una mida més gran per comprovar si en aquest cas augmenta la quantia de la correlació. Si bé la quantia de les correlacions no és tan elevada com haurien desitjat els investigadors, això no resta valor a la seva significació pràctica. Aquest és el primer estudi que relaciona aquestes quatre eines *low cost*, i les implicacions teòriques o substantives de què totes les relacions mostrades en el model d'equacions estructurals hagin resultat estadísticament significatives s'ha de posar en valor i ser considerades en el conjunt del disseny d'investigació.

Convé afegir que els resultats del present treball reforcen els obtinguts en estudis sobre el bàsquet que han trobat relació entre alguna de les variables analitzades: sRPE i TRIMP (Aoki et al., 2017; Manzi et al., 2010); sRPE i Wellness (Clemente et al., 2019; Edwards et al., 2018). També avala la relació constatada entre les dades recollides mitjançant l'eina SIATE i altres de càrrega interna objectiva com la freqüència cardíaca o recollides per dispositius inercials (Gómez-Carmona et al., 2019; Reina et al., 2019). D'aquesta manera, queda avalada la utilització conjunta de les quatre eines *low cost* proposades.

Conclusió

Dos han estat els objectius pretesos amb el present estudi, realitzat en el marc d'un club de bàsquet professional. El primer, ha consistit a presentar una proposta de monitoratge de càrregues en bàsquet centrada en la utilització conjunta de quatre eines *low cost*: el Sistema Integral de l'Anàlisi de les Tasques de l'Entrenament (SIATE), la percepció subjectiva de l'esforç de la sessió (sRPE), el monitoratge de la freqüència cardíaca (TRIMP) i la percepció subjectiva de l'estat de benestar per part de l'esportista (qüestionari Wellness). Aquesta proposta pot permetre a tècnics i entrenadors que no puguin disposar de dispositius de *tracking* costosos, optimitzar el control i la gestió del rendiment esportiu del seu equip i dels jugadors.

El segon objectiu ha estat el d'analitzar les relacions que es generen, en la sessió de més càrrega de la setmana, entre els resultats obtinguts per cada una de les eines *low cost* que constitueixen la proposta de monitoratge de càrregues, i determinar, mitjançant un model d'equacions estructurals, quines variables poden predir les puntuacions de càrrega interna objectiva obtingudes a partir del TRIMP. Malgrat que la quantitat de les correlacions no és elevada —la mida de la mostra disminueix el poder de contrast de les proves realitzades—, s'ha constatat la relació entre les puntuacions obtingudes en el TRIMP i les variables SIATE, RPE i Wellness, fet que avala la proposta d'utilització conjunta d'aquestes quatre eines *low cost* de monitoratge de la càrrega i recomana continuar investigant sobre aquest tema.

Agraïments

Els autors agraeixen el suport del projecte *Integració entre dades observacionals i dades provinents de sensors externs: Evolució del programari LINX PLUS i desenvolupament de l'aplicació mòbil per a l'optimització de l'esport i l'activitat física beneficiosa per a la salut*. [EXP_74847] (2023). Ministeri de Cultura i Esport, Consell Superior d'Esport i la Unió Europea.

Referències

- Aoki, M.S., Ronda, L.T., Marcelino, P.R., Drago, G., Carling, C., Bradley, P.S., & Moreira, A. (2017). Monitoring training loads in professional basketball players engaged in a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 348–358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001507>
- Bannister, E.W. (1991). Modelling athletic performance. In H.J. Green, J.D. McDougal, & H. Wenger (Eds.), *Physiological testing of elite athletes* (pp. 403–424). HumanKinetics.
- Berkelmans, D. M., Dalbo, V. J., Kean, C. O., Milanović, Z., Stojanović, E., Stojiljković, N., & Scanlan, A. T. (2018). Heart rate monitoring in basketball: Applications, player responses, and practical recommendations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(8), 2383–2399. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002194>
- Botonis, P.G., Toubekis, A.G., & Platanou, T.I. (2019). Training loads, wellness and performance before and during tapering for a Water-Polo tournament. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 131–141. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0053>
- Buchheit, M., & Laursen, P.B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Bredt, S.D.G.T., Chagas, M.H., Peixoto, G.H., Menzel, H.J., & de Andrade, A.G.P. (2020). Understanding player load: Meanings and limitations. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 5–9. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0072>
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 369–374. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182548af1>
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P.T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A.L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.06.021>
- Clemente, F.M., Mendes, B., Bredt, S.D.G.T., Praça, G.M., Silvério, A., Carriço, S., & Duarte, E. (2019). Perceived training load, muscle soreness, stress, fatigue, and sleep quality in professional basketball: a full season study. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 199–207.

- Coque, N. (2008). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico-táctico. Una aplicación práctica (I). *Clínic, Revista Técnica de Baloncesto*, 21(81), 39–43.
- Coque, N. (2009). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico-táctico. Una aplicación práctica (II). *Clínic, Revista Técnica de Baloncesto*, 22(82), 42–45.
- Edwards, T., Spiteri, T., Piggott, B., Bonhotal, J., Haff, G.G., & Joyce, C. (2018). Monitoring and managing fatigue in basketball. *Sports*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.3390/sports6010019>
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: the past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), 2–8. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0388>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Fuster, J., Caparrós, T., & Capdevila, L. (2021). Evaluation of cognitive load in team sports: literature review. *PeerJ*, 9, e12045. <https://doi.org/10.7717/peerj.12045>
- Gabbett, T.J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjports-2015-095788>
- Gallo, T.F., Cormack, S.J., Gabbett, T.J., & Lorenzen, C.H. (2017). Self-reported wellness profiles of professional Australian football players during the competition phase of the season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 495–502. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001515>
- Gallo, T., Cormack, S., Gabbett, T., Williams, M., & Lorenzen, C. (2015). Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers. *Journal of Sports Sciences*, 33(5), 467–475. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.947311>
- García, F., Schelling, X., Castellano, J., Martín-García, A., Pla, F., & Vázquez-Guerrero, J. (2022). Comparison of the most demanding scenarios during different in-season training sessions and official matches in professional basketball players. *Biology of Sport*, 39(2), 237–244. <https://doi.org/10.5114/biolosport.2022.104064>
- Gómez-Carmona, C.D., Gamonales Puerto, J.M., Feu Molina, S., & Ibáñez, S.J. (2019). Estudio de la carga interna y externa a través de diferentes instrumentos: un estudio de casos en fútbol formativo (Study of internal and external load by different instruments. a case study in grassroots). *Sportis*, 5(3), 444–468. <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.5464>
- Govus, A.D., Coutts, A., Duffield, R., Murray, A., & Fullagar, H. (2018). Relationship between pretraining subjective wellness measures, player load, and rating-of-perceived-exertion training load in American college football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 95–101. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0714>
- Hooper, S.L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes: recommendations. *Sports Medicine*, 20, 321–327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520050-00003>
- Hu, L.T., & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hulin, B.T., Gabbett, T.J., Lawson, D.W., Caputi, P., & Sampson, J.A. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231–236. <https://doi.org/10.1136/bjports-2015-094817>
- Ibáñez, S.J., Feu, S., & Cañadas, M. (2016). Sistema integral para el análisis de las tareas de entrenamiento, SIATE, en deportes de invasión (Integral analysis system of training tasks, SIATE, in invasion games). *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 12(1), 3–30. ISSN 1885-7019. Disponible a: <http://ojs.e-balonmano.com/index.php/revista/article/view/331> Data d'accés: 18-04-2024.
- Jones, C.M., Griffiths, P.C., & Mellalieu, S.D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: a systematic review of longitudinal studies. *Sports Medicine*, 47, 943–974. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>
- Manzi, V., D'ottavio, S., Impellizzeri, F.M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1399–1406. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d7552a>
- 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>
- Moussa, I., Leroy, A., Sauliere, G., Schipman, J., Toussaint, J. F., & Sedeaud, A. (2019). Robust Exponential Decreasing Index (REDI): adaptive and robust method for computing cumulated workload. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), e000573. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000573>
- Piedra, A., Peña, J., & Caparrós, T. (2021). Monitoring training loads in basketball: a narrative review and practical guide for coaches and practitioners. *Strength & Conditioning Journal*, 43(5), 12–35. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000620>
- Piggott, B., Newton, M.J., & McGuigan, M.R. (2009). The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian football league club. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 17(3), 4–17.
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 956–962. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001577>
- Reina, M., Mancha-Triguero, D., García-Santos, D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Comparación de tres métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en baloncesto (Comparison of three methods of quantifying the training load in basketball). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 15(58), 368–382. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05805>
- Saldanha, M., Torres Ronda, L., Rebouças Marcelino, P., Drago, P., Carling, C., Bradley, P. S., & Moreira, A. (2017). Monitoring training loads in professional basketball players engaged in a periodized training programme. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 348–358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001507>
- Saw, A.E., Main, L.C., & Gastin, P.B. (2015). Monitoring athletes through self-report: factors influencing implementation. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(1), 137.
- Scanlan, A.T., Wen, N., Tucker, P.S., & Dalbo, V.J. (2014). The relationships between internal and external training load models during basketball training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2397–2405. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000458>
- Schreider, J.B., Stage, F.K., King, J., Nora, A., & Barlow, E.A. (2006). Reporting structural equation modelling and confirmatory factor analysis results: a review. *The Journal of Education Research*, 99(6), 323–337. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Svilar, L., Castellano, J., & Jukić, I. (2018). Load monitoring system in top-level basketball team: Relationship between external and internal training load. *Kinesiology*, 50(1), 25–33.
- Stagno, K.M., Thatcher, R., & Van Someren, K.A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629–634. <https://doi.org/10.1080/02640410600811817>
- Torres-Ronda, L., Ric, A., Llabres-Torres, I., de Las Heras, B., & i del Alcazar, X.S. (2016). Position-dependent cardiovascular response and time-motion analysis during training drills and friendly matches in elite male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 60–70. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001043>
- Wolf, E.J., Harrington, K.M., Clark, S.L., & Miller, M.W. (2013). Sample size requirements for Structural Equation Models: An evaluation of power, bias, and solution propriety. *Educational and Psychological Measurement*, 76(6), 913–934. <https://doi.org/10.1177/0013164413495237>

Conflicto de intereses: los autores no han informado de ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com>. Este trabajo tiene licencia de Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Las imágenes u otros materiales de terceros de este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito; si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>