

## EDITORIAL

# Estratègies d'ajut al rendiment d'alta competició

## Support strategies for high competition performance

### Introducció

A l'esport d'alta competició, un dels objectius més importants al llarg de la temporada és la capacitat de recuperació del jugador després de l'esforç, el més ràpidament possible, per tornar a l'estat basal previ, tant físic com mental, i d'aquesta manera poder fer front a una nova càrrega de treball de manera segura.

Els nous avenços de la tecnologia i la disponibilitat de proves diagnòstiques cada vegada més precises (obtingudes mitjançant una mostra de sang, orina o saliva) permeten l'aproximació individual a l'esportista i estudiar en cada cas el balanç entrenament / partit - recuperació, amb una perspectiva de la situació diferent i més real.

Es busca optimitzar l'adaptació a l'exercici i al tipus d'entrenament d'una manera global i amb la perspectiva de canvis al llarg de la temporada. Els paràmetres que es poden mesurar són de tipus bioquímic, genètic, la metagenòmica de la femta o fins i tot els metabòlits urinaris associats al propi esforç i que s'engloben en les noves tècniques "òmiques" de l'esport o "esportòmiques".

El mesurament d'aquests paràmetres en diferents moments de la temporada permet tenir una visió més precisa del jugador, dels seus valors basals, els òptims, així com també dels canvis que s'esdevenen en cada esportista durant la pretemporada i la competició. Aquest control adquireix una importància especial en els períodes d'agenda més atapeïda, en què es pot arribar a competir tres vegades a la setmana, amb viatges que involucren canvis d'horari i disposant de menys de 72 h de diferència entre partits, amb la dificultat que suposa una recuperació física i mental adequada.

La capacitat d'una recuperació ràpida, després d'un esforç de diferent ordre o *resiliència*, difereix entre jugadors i fins i tot en un mateix jugador en diferents moments, i actualment ha esdevingut un dels objectius clau de millora i d'estudi, ja que engloba múltiples aspectes de control de

càrrega, tant externa com interna, que són modificables i entrenables de cara a la millor condició de l'esportista.

Un dels nous reptes de l'àmbit de la medicina de l'esport és identificar i mesurar les causes potencials de la fatiga i utilitzar-les per dissenyar un pla o estratègies d'adaptació individual, de manera que l'abordatge pugui ser diferent, d'acord amb la genètica, però sobretot amb expressió adequada dels gens esmentats o de l'*epigenètica*, que inclou la valoració dels diferents efectes de les càrregues de treball sobre els paràmetres de rendiment físic, mesurats mitjançant GPS, la composició corporal, una nutrició saludable, el descans i el control mental, originant el fenotip de l'esportista.

Cada vegada hi ha més biomarcadors que permeten valorar si ha existit una adaptació adequada a l'esforç, que mostren una millora progressiva o en canvi un augment dels indicadors d'inflamació, sobreentrenament i risc de lesió. És important no considerar els diferents marcadors d'una manera aïllada i independent entre si, sinó valorar la situació d'una manera global prenent els mesuraments en els moments més adequats, amb una perspectiva dels canvis, d'acord amb el moment i amb les diferències interindividuais.

Els períodes de descans, les pretemporades, els diferents moments de la competició i els moments d'agenda amb 2-3 partits per setmana són situacions en què els objectius i els resultats obtinguts s'han de valorar de manera diferent i les estratègies a aplicar també s'han d'individualitzar en aquests moments.

### Aplicabilitat dels conceptes

Un exemple pràctic de l'aplicabilitat dels conceptes explicats pot ser el de la família de les citocines, com la interleucina 6 (IL-6), que té un significat doble segons el moment de mesurament, essent un estímul per a la recuperació

Valors d'IL -6 en dos moments de la temporada

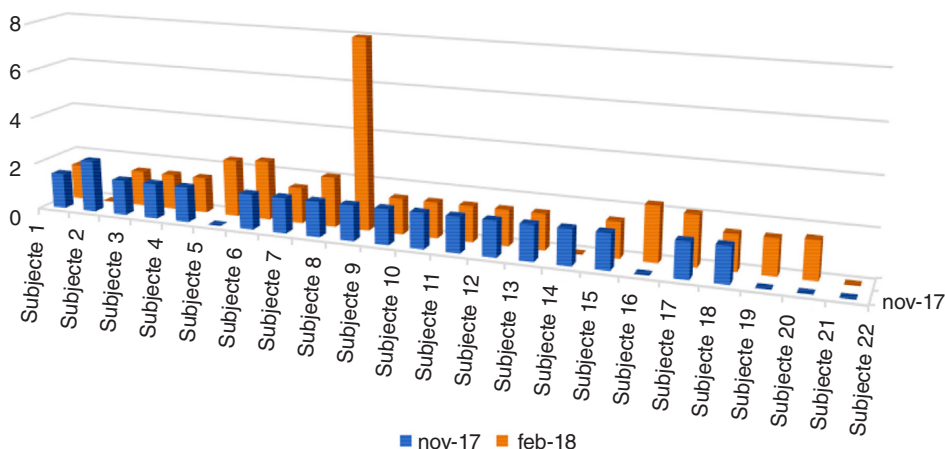


Figura 1. Tendència a l'increment de biomarcadors inflamatoris, com la IL-6, des de la meitat de la temporada (blau) fins a les setmanes de màxima competició (taronja).

Taula 1 Exemples pràctics de la funció de diferents biomarcadors i de la seva aplicació pràctica

Biomarcador	Funció	Interpretació
Hormona del creixement	Afavoreix la síntesi proteica	Nivells crònics baixos podrien reflectir un potencial menor d'adaptació de l'entrenament <sup>1</sup>
Factor de creixement insulínic tipus 1 (IGF-1)	Mediador de l'acció anabòlica de l'hormona del creixement en el múscul esquelètic. Indicador de son reparador	Nivells baixos perllongats podrien reflectir sobreentrenament o adaptacions musculars alterades a l'entrenament <sup>2</sup>
Testosterona	Indueix síntesi proteica, redueix catabolisme muscular, afavoreix la producció de glòbuls rojos i reposició de glucogen	Nivells baixos de manera perllongada poden indicar sobreentrenament o potencial anabòlic alterat <sup>3</sup>
Cortisol	Hormona catabòlica, amb acció immunosupressora. Augmenta amb l'esforç i a les 2-3 h posteriors afavorint infeccions. Presenta un ritme circadiari que s'altera amb els partits, viatges, etc.	Nivells elevats de manera mantinguda indiquen sobreentrenament, recuperació inadequada o síntesi proteica inadequada <sup>2</sup>
Ràtio testosterona/cortisol	Balanç anabòlic/catabòlic	Una relació disminuïda de manera crònica podria reflectir sobreentrenament, proteòlisi o disminució de la síntesi proteica <sup>3</sup>
Dehidroepiandrosterona (DHEA)	Hormona precursora d'andrògens que contraresta els efectes del cortisol	Valors baixos de manera crònica poden indicar sobreentrenament <sup>1</sup>
Globulina fixadora d'hormones sexuals (SHBG)	Transportador de testosterona i estradiol	L'augment o la disminució crònica podrien indicar recuperació inadequada, sobreentrenament o adaptació inadequada a l'entrenament <sup>2</sup>
Hormona luteïnizant (LH)	Reproductora	Nivells baixos mantinguts podrien indicar sobreentrenament <sup>1</sup>
Creatina-cinasa (CK)	Enzim muscular	Dany muscular o càrrega elevada d'entrenament <sup>4</sup>
Triptòfan	Aminoàcid	Nivells elevats indiquen fatiga central o adaptació subòptima a l'entrenament <sup>5</sup>
Nitrogen ureic	Metabòlit de la degradació muscular	L'augment indica catabolisme muscular <sup>1</sup>

Taula 1 (continuació)

Biomarcador	Funció	Interpretació
Glutamina	Aminoàcid que participa en la síntesi proteica, la immunitat i la plasticitat neuronal	Nivells baixos mantinguts podrien reflectir fatiga o mala adaptació a l'entrenament <sup>1</sup>
Relació glutamina/glutamat	Relació que reflecteix degradació de glutamina	Nivells crònics baixos podrien reflectir mala adaptació a l'entrenament i catabolisme <sup>1</sup>
Citocines inflamatòries (IL-1b, TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-10)	Mediadors inflamatoris	Mecanismes inflamatoris d'adaptació a l'entrenament, sobreentrenament o lesió <sup>1</sup>
Proteïnes de fase aguda (proteïna C reactiva, E-selectina, P-selectina, factor Von Willebrand, fibrinogen)	Marcadors de resposta inflamatòria	Mecanismes inflamatoris d'adaptació a l'entrenament, sobreentrenament o lesió <sup>1</sup>
Homocisteïna	Marcador de l'activitat de la metilentetrahidrofolat reductasa (MTHFR) en el metabolisme de les vitamines B <sub>9</sub> i B <sub>12</sub>	Nivells elevats poden indicar mutació C677T de la MTHFR <sup>6</sup>
Polimorfisme de CYP1A2 del citocrom P450 i ADORA2 del receptor d'adenosina	Metabolisme de la cafeïna	Determina l'efecte individual a la cafeïna per canvis en la seva farmacocinètica i farmacodinàmia <sup>7</sup>
Anticossos antitransglutaminasa (IgA i IgG) i anticossos antipeptíds de gliadina desamidada (anti DGP)	Marcadors serològics de malaltia celíaca	Positius en malaltia celíaca <sup>8,a</sup>
Genotipus DQ2, DQ8	Marcadors genètics de malaltia celíaca	Si surten negatius és rara la malaltia celíaca. Positius indica una major predisposició però no la malaltia <sup>8</sup>
Polimorfisme de l'al·lel 13910C/T del gen de la lactasa	Marcador genètic de la intolerància a la lactosa	El genotipus 13910C/C s'associa a baixa activitat de la lactasa <sup>9</sup>

<sup>a</sup> El conjunt de proves i tests genètics permet fer el diagnòstic diferencial entre celiaquia i sensibilitat al gluten no celíaca.

muscular en el postesforç immediat, i també un indicador d'inflamació acumulada quan augmenta progressivament al llarg de la temporada.

A la figura 1 es pot veure com a mesura que avança la temporada i s'acumulen sessions d'entrenament i partits, marcadors com la IL-6 que presentaven valors baixos en la majoria d'un equip a l'inici, comencen a incrementar-se tot i les estratègies de recuperació que es duen a terme, com les de tipus nutricional i suplementació amb complements antioxidants del tipus curcumina o *tart cherry juice* (extracte de cireres àcides), entre altres.

Un altre exemple poden ser els nivells elevats d'homocisteïna, que és un indicador de risc cardiovascular en la població general, però amb un altre significat, encara no prou clar, en els esportistes. En els jugadors amb un alt nivell d'exigència és freqüent veure augmentat aquest marcador i es necessiten quantitats augmentades de vitamines del grup B per controlar-lo. El seu augment correspon moltes vegades amb variants genètiques desfavorables del gen de la metilació MTHFR, i la seva determinació pot ser útil de cara a una suplementació personalitzada amb aquestes vitamines. Altres exemples poden observar-se a la taula 1.

El jugador entrena i competeix durant espais de temps limitats en què l'exercici suposa un estímul global important per a l'organisme, amb una marcada resposta inflamatòria, hormonal i immunitària. Tanmateix, la resta del dia hi ha la possibilitat de manejar aspectes bàsics com el des-

cans, l'alimentació i la digestió, entre altres, que poden ajudar a una adaptació òptima i a una millora progressiva del rendiment de l'esportista.

En aquest sentit, per exemple, el coneixement de polimorfismes genètics associats a la sensibilitat individual a la cafeïna, al gluten o a la lactosa, entre d'altres, poden ajudar a un abordatge individualitzat i a una nutrició i medicina de precisió de l'esportista.

Durant la temporada resulta indispensable conèixer a fons l'evolució del jugador i els seus valors òptims per treballar cada vegada més els aspectes en els quals pugui millorar de manera específica.

La fatiga és concebuda com a percepció d'incapacitat per fer front a l'exigència plantejada, considerant no sols aspectes musculars que es reflecteixen en biomarcadors que demostren l'acumulació del lactat i acidosis, inflamació o immunitat (fatiga perifèrica), sinó que a vegades els mateixos nivells d'aquests indicadors poden ser elevats però poden ser ben tolerats per l'esportista, gràcies a la motivació i a la capacitat d'afrontar-los, degut a què la seva resposta o fatiga mental actua d'una manera completament diferent. Per això no es pot extrapolar la informació de paràmetres aïllats, com els nivells elevats de CK o cortisol, ja que en ocasions coincideixen amb el moment del màxim rendiment del jugador i és bo valorar-los en comparació amb el perfil individual i, si és possible, amb els seus valors històrics.

No es aconsellable valorar el jugador simplement per la presència d'algunes d'aquestes alteracions, sinó intentar donar-li significat en un eventual enfocament d'adaptació continuada i millora enfront de situacions de dany controlat o *hòrmesi*.

Es busca la millora del seu estat general sabent que la via per arribar-hi pot ser diferent en cada cas, però el repte és l'optimització de la versió de cada jugador, que condueix a una millora del grup.

## Conclusions

En el decurs d'una temporada resulta imprescindible el control de com els esportistes toleren les diferents càrregues de treball a les que se sotmeten. Una de les principals maneres de fer-ho es a través del control bioquímic de l'estat de fatiga i de recuperació de cada esportista de manera individual i en diferents moments de la temporada.

## Bibliografia

1. Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, Queen RM, Pryor JL, Casa DJ. Biomarkers in sports and exercise: Tracking health, performance, and recovery in athletes. *J Strength Cond Res.* 2017;31:2920-37.
2. Tanskanen MM, Kyröläinen H, Uusitalo AL, Huovinen J, Nissilä J, Kinnunen H, et al. Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. *J Strength Cond Res.* 2011;25:787-97.
3. Doeven SH, Brink MS, Kosse SJ, Lemmink KAPM. Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: A systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2018;4:e000264.
4. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2014;14:68-77.
5. Budgett R, Hiscock N, Arida R, Castell LM. The effects of the 5-HT<sub>2C</sub> agonist m-chlorophenylpiperazine on elite athletes with unexplained underperformance syndrome (overtraining). *Br J Sports Med.* 2010;44:280-3.
6. Dinç N, Yücel SB, Taneli F, Sayın MV. The effect of the MTHFR C677T mutation on athletic performance and the homocysteine level of soccer players and sedentary individuals. *J Hum Kinet.* 2016;51:61-9.
7. Pickering C, Kiely J. Are the current guidelines on caffeine use in sport optimal for everyone? Inter-individual variation in caffeine ergogenicity, and a move towards personalised sports nutrition. *Sports Med.* 2018;48:7-16.
8. Leonard MM, Sapone A, Catassi C, Fasano A. Celiac disease and nonceliac gluten sensitivity. *JAMA.* 2017;318:647-56.
9. Deng Y, Misselwitz B, Dai N, Fox M. Lactose intolerance in adults: Biological mechanism and dietary management. *Nutrients.* 2015;7:8020-35.

Ricard Pruna<sup>a</sup>, Antonia Lizarraga<sup>a,b</sup>, Luis Vergara<sup>c</sup>,  
Carles Pedret<sup>d,e,\*</sup>

<sup>a</sup> *F.C. Barcelona Medical Services, FIFA Excellence Centre, Barcelona, Espanya*

<sup>b</sup> *Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanya*

<sup>c</sup> *Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Xile*

<sup>d</sup> *Clínica Mapfre de Medicina del Tenis, Barcelona, Espanya*

<sup>e</sup> *Clínica Diagonal, Barcelona, Espanya*

\* Autor per a la correspondència.

Correu electrònic: drpedret@gmail.com (C. Pedret)