



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## TREBALL ORIGINAL

# UltraPirineu 2017: característiques dels corredors d'elit i no elit i efectes sobre la salut d'una maratón de muntanya: estudi pilot Serialmed-UP

Joan Carles Trullàs<sup>a,b,c,\*</sup>, Emma Roca<sup>c,d</sup>, Albert Guillermo<sup>c</sup>, Llorenç Bové<sup>c</sup>, Jordi Gibert<sup>c,e</sup>

<sup>a</sup> Servei de Medicina Interna, Hospital d'Olot, Olot, Girona, Espanya

<sup>b</sup> Departament de Ciències Mèdiques, Universitat de Girona, Girona, Espanya

<sup>c</sup> Serialmed LAB, S.L., Espanya

<sup>d</sup> Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espanya

<sup>e</sup> Unitat de Medicina i Traumatologia de l'Esport, COT CAT, Àptima Centre Clínic, Espanya

Rebut el 22 de febrer de 2018; acceptat el 16 de maig de 2018

### PARAULES CLAU

Córrer;  
Resistència física;  
Exercici

### Resum

**Introducció:** S'incrementa el número de participants en curses de llarga distància, així com l'interès per conèixer els seus efectes sobre la salut. L'objectiu principal és analitzar les característiques dels corredors d'una maratón de muntanya, els seus efectes sobre la salut i si existeixen diferències entre corredors d'elit i no elit.

**Mètodes:** Serialmed-UP és un estudi pilot, observacional, de cohorts prospectiu que es realitzà a la Maratón UltraPirineu 2017. Es va realitzar una enquesta sobre hàbits de salut, alimentaris i d'entrenament als corredors no elit. Es van mesurar variables clíniques i analítiques abans i després de la cursa. Es realitzà un estudi descriptiu i comparatiu entre resultats abans i després de la cursa i entre corredors d'elit i no elit.

**Resultats:** Van participar 29 corredors, 22 no elit i 7 d'elit. Els no elit són sobretot homes d'una mitjana d'edat de 39 anys, amb bona salut cardiovascular (90,9% amb revisions mèdiques recents), amb alta càrrega d'entrenaments (assessorament professional en el 72,7%) i bons hàbits alimentaris (assessorament en el 54,5%). Abans de la cursa no hi havia alteracions clíniques ni analítiques, però el 33,3% presentaven alteracions en el ECG. Les troballes més destacables post-cursa van ser pèrdua de pes (3% del pes corporal), insuficiència renal aguda (66,7%) i alteracions en el sodi (44%), sent més significatives en els corredors de no elit.

**Conclusions:** Les curses de llarga distància tenen repercussió en la salut dels corredors, sobretot els no elit. És necessari fer més recerca per poder oferir recomanacions personalitzades basades en l'evidència científica.

© 2018 FC Barcelona. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

\* Autor per a la correspondència.

Correu electrònic: jctv5153@comg.cat (J.C. Trullàs)

**KEYWORDS**

Running;  
Physical endurance;  
Exercise

## UltraPirineu 2017: Characteristics of elite and non-elite runners and effects on health of a mountain marathon: Serialmed-UP pilot study

**Abstract**

*Introduction:* There is an increase in the number of participants in long distance races as well as the interest in knowing their effects on health. Our main objective is to analyze the characteristics of mountain marathon runner, its effects on health and whether there are differences between elite and non-elite runners.

*Methods:* The Serialmed-UP is a pilot, observational (cohort) prospective study carried out at the UltraPirineu Marathon 2017. A survey of health, nutrition and training habits was carried out among non-elite runners. Clinical and analytical variables were measured before and after the race. A descriptive and comparative study was performed between results before and after the race and among elite and non-elite runners.

*Results:* Twenty-nine runners participated in the study, 22 non-elite and 7 elite. The non-elite were mostly men with a median age of 39 years-old, with good cardiovascular health (90.9% with recent medical check-ups), with a high load of training (professional counseling in 72.7%) and good eating habits (counseling in 54.5%). Before the race, there were no clinical or analytical alterations but 33.3% had alterations in the ECG. The most notable findings after the race were weight loss (3% of body weight), acute renal failure (66.7%) and alterations in sodium (44%), being these alterations more significant in non-elite runners.

*Conclusions:* Long distance races have an impact on runners' health, especially among non-elite runners. We need more research in order to offer personalized recommendations based on scientific evidence.

© 2018 FC Barcelona. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducció

La prescripció d'exercici físic s'ha demostrat útil per prevenir la mortalitat de causa cardiovascular i no cardiovascular. Per obtenir aquests beneficis és recomanable realitzar exercici aeròbic moderat durant un mínim de 30 min 5 dies per setmana o exercici intens durant un mínim de 20 min 3 dies a la setmana. L'exercici físic també pot comportar lesions i riscos però globalment el benefici supera el risc<sup>1</sup>.

En els darrers anys s'ha incrementat el número de persones que corren, i alhora els que ho fan en distàncies llargues, com maratons i ultra-maratons. En moltes ocasions la quantitat i la intensitat dels entrenaments i les competicions superen de llarg les recomanacions per mantenir un bon estat de salut<sup>2</sup>. De forma paral·lela ha anat creixent una certa inquietud per conèixer quins són els límits a l'hora de fer esport i si tothom té els mateixos límits<sup>3</sup>. És per aquest motiu que creix l'interès per conèixer quins són els efectes en la salut de l'esport d'alta durada i intensitat, i si existeix un límit per sobre del qual els efectes perjudicials poden superar els efectes beneficiosos de la pràctica d'exercici físic.

Serialmed-UP és un estudi pilot que té com a objectiu principal analitzar les característiques d'un grup de corredors en una maratón de muntanya, els efectes immediats de la cursa sobre la seva salut i si existeixen diferències entre els corredors d'elit i els no elit. L'objectiu secundari és explorar si la posada en pràctica de mesures de salut en cursa és útil per millorar la conscienciació i la preparació dels corredors per evitar riscos futurs sobre la seva salut.

## Material i mètodes

### Disseny i àmbit de l'estudi

Serialmed-UP és un estudi observacional, de cohorts i prospectiu. Serialmed LAB S.L. es una empresa que té com objectius principals la recerca sobre els efectes de l'esport en la salut i la promoció dels hàbits de vida saludable<sup>4</sup>. L'àmbit de l'estudi fou la maratón de muntanya UltraPirineu (UP), que es va dur a terme a Bellver de Cerdanya el 23 de setembre de 2017. La modalitat de maratón consistí en completar 45 km per muntanya amb un desnivell positiu de 2.400 metres<sup>5</sup>.

### Selecció de participants i recollida de dades

Per a seleccionar els participants es va enviar un correu electrònic als corredors (a través de l'organitzador) explicant-los l'estudi pilot i convidant-los a participar de forma voluntària. La recollida de dades per l'estudi es va dividir en dues parts. En primer lloc, unes setmanes abans de la cursa, es va enviar per correu electrònic una enquesta en la que es va preguntar sobre hàbits de salut, alimentaris i d'entrenament. En una segona part es van realitzar mesures clíniques i analítiques la tarda abans de la cursa (pre-cursa) i immediatament després de l'arribada a meta (post-cursa) dins un interval màxim de 15 min. La sistemàtica de recollida de dades es va realitzar seguint el següent ordre: primer la determinació del pes en bàscula calibrada (amb pantalons curts i mitjons i abans de beure líquids), seguit de

la determinació de la pressió arterial, la freqüència cardíaca i la saturació d'oxigen en sedestació en una butaca i finalment la realització d'un electrocardiograma (ECG) en repòs i d'una extracció de sang venosa en posició de decúbit en una llitera.

### Variables de l'estudi

L'enquesta enviada per correu electrònic en la primera part de l'estudi va incloure les següents variables: demogràfiques, antropomètriques, historial mèdic i factors de risc cardiovascular, hàbits d'entrenament i hàbits nutricionals. Dins dels hàbits nutricionals es va valorar el grau d'adherència a la dieta mediterrània al ser actualment la dieta amb major benefici en prevenció primària de malalties cardiovasculars. Es va utilitzar el test Predimed, un instrument validat format per un conjunt de 14 preguntes curtes que permet obtenir una puntuació entre 0 i 14 punts i que classifica el grau d'adherència en baix (< 7 punts), intermedi (7-10 punts) o alt (10-14 punts)<sup>6</sup>.

Les variables que es van recollir en la segona part de l'estudi (pre i post-cursa) van ser les següents: variables clíniques (pes, pressió arterial, freqüència cardíaca i saturació d'oxigen), ECG en repòs i variables analítiques (hemoglobina, hematòcrit, gasometria venosa, glucosa, creatinina, lactat, sodi, potassi, calci iònic i clor). Per a les determinacions analítiques es va utilitzar el sistema «epoc Host2<sup>®</sup>» d'Alere<sup>™</sup>, que permet l'obtenció immediata dels resultats sense necessitat de processar i transportar les mostres de sang<sup>7</sup>. Es va considerar insuficiència renal aguda qualsevol increment en la concentració sèrica de creatinina igual o superior a 0,3 mg/dl (o un increment igual o superior al 50% del seu valor basal) entre el valor pre i post-cursa<sup>8</sup>.

Tots els voluntaris que van participar en l'estudi van llegir i signar un consentiment informat abans de realitzar qualsevol determinació.

### Metodologia estadística

Es va analitzar si les variables quantitatives seguien una distribució normal mitjançant es test de Shapiro-wilk. Les variables quantitatives s'expressen en mitjana i rang interquartílic i les qualitatives en número i percentatge. Per comparar les variables qualitatives s'ha utilitzat el test de la khi quadrat de Pearson. Per comparar les variables quantitatives s'ha utilitzat el test de la t de Student per mostres independents i per comparar les variables quantitatives pre i post-cursa el test de la t de Student per mostres aparellades. Per fer aquestes comparacions en cas de distribució no normal s'han emprat tests no paramètrics, com la U de Mann-Whitney. La significació estadística s'ha considerat quan el valor p ha estat inferior a 0,05.

### Resultats

Han participat en l'estudi Serialmed-UP un total de 29 corredors: 22 no elit i 7 d'elit. En la primera part de l'estudi (enquesta) han participat els 22 corredors no elit i en la segona part de l'estudi (mesures pre i post-cursa) han par-

ticipat 18 corredors no elit i 7 d'elit. Va ser possible obtenir anàlisi de sang en 9 corredors: 6 no elit i 3 d'elit.

A la taula 1 es presenten de forma detallada els resultats de la primera part de l'estudi amb les característiques del corredors no elit. De forma resumida, hi ha una major participació d'homes amb una mitjana d'edat de quasi 40 anys i amb un bon estat de salut cardiovascular, tot i que un 4,5% són fumadors actius i un 36,4% ex-fumadors. La majoria de participants s'han sotmès a una revisió mèdica i a exploracions complementàries en els darrers dos anys. Pel que fa a l'entrenament, la majoria porten anys fent esport, entrenen un elevat número de dies a la setmana i de forma també freqüent reben assessorament professional. Les disciplines d'entrenament són variades, essent més freqüent el córrer. Finalment, pel que fa als hàbits nutricionals, més del 50% reben assessorament professional, i en una alta proporció l'adherència a la dieta mediterrània és intermèdia o alta.

A la taula 2 es descriuen els resultats de les mesures abans i després de la cursa, així com el comparatiu entre els corredors d'elit i no elit. De forma global podem veure que no hi ha alteracions significatives en les variables clíniques i determinacions analítiques abans de la cursa. Les alteracions més rellevants han estat les següents: un terç dels participants tenien alguna alteració en el ECG abans de la cursa (sobretot bloqueig incomplet de branca dreta [BIBD] del feix de His), 4 casos (44%) presentaven alteracions en el sodi després de la cursa (sobretot hipernatrèmia), i fins a dos terços tenien criteris d'insuficiència renal aguda. Per altra banda, s'observa que la majoria de corredors perden pes durant la cursa, i que aquesta pèrdua de pes és propèria al 3% del pes corporal. Al comparar aquests resultats entre els corredors d'elit i no elit hem trobat algunes diferències (no totes elles amb significació estadística), entre les que destaquem: els corredors d'elit són més joves, han completat la cursa de forma més ràpida, pesen menys i perden menys pes durant la cursa. Pel que fa a les constants, els corredors d'elit tenien abans de la cursa xifres més altes de saturació i més baixes de pressió arterial i de freqüència cardíaca respecte als no elit, i pel que fa al ECG, els elit tenien una major proporció de BIBD. També s'han trobat algunes diferències analítiques (no totes elles amb significació estadística), tenint els d'elit valors més alts de lactat basal i valors més baixos de calci iònic, hemoglobina, hematòcrit i glucosa.

Al comparar els resultats abans i després de la cursa (taula 3), s'observa que tots els corredors presenten una significativa pèrdua de pes, un descens de la saturació d'oxigen i un increment de la freqüència cardíaca. Pel que fa als valors analítics, també s'observen alguns canvis, essent els més significatius l'ascens de potassi, lactat i creatinina. També hi ha un increment d'hemoglobina i hematòcrit que no assoleix la significació estadística. Quan s'analitzen les diferències abans i després de la cursa estratificant el resultat en corredors d'elit i no elit també s'observen algunes diferències rellevants. Així, el descens de pes i l'ascens de lactat i de creatinina només assoleixen significació estadística en els corredors no elit. Pel contrari, l'increment de potassi després de la cursa només és significatiu en els d'elit.

**Taula 1** Resultats descriptius de l'enquesta als corredors de no elit

Variable <sup>a</sup>	
Número de participants	22
<i>Dades demogràfiques</i>	
Sexe masculí	18 (81,8%)
Edat (anys)	39,2 (7,9)
Alçada (m)	1,7 (0,1)
<i>Tabaquisme</i>	
Fumador actiu	1 (4,5%)
Ex-fumador	8 (36,4%)
Mai ha fumat	13 (59,1%)
<i>Factors de risc cardiovascular</i>	
Hipertensió arterial	1 (4,5%)
Diabetis mellitus	0 (0%)
Hipercolesterolèmia	1 (4,5%)
Antecedents cardiovasculars en familiars	7 (31,8%)
<i>Revisió mèdica</i>	
En els darrers dos anys	20 (90,9%)
Electrocardiograma	19 (86,4%)
Prova d'esforç	19 (86,4%)
Ecocardiograma	9 (40,9%)
Espirometria	9 (40,9%)
Anàlisi de sang	13 (59,1%)
<i>Entrenament</i>	
Més de 10 anys fent esport	13 (59,1%)
Entre 2 i 10 anys fent esport	9 (40,9%)
Dies d'entrenament setmanal	5,5 (1,0)
Hores d'entrenament setmanal	12,0 (7,2)
Assessorament professional	16 (72,7%)
<i>Disciplines</i>	
Natació	5 (22,7%)
Running	20 (90,9%)
Ciclisme	12 (54,5%)
Triatló	2 (9,1%)
Gimnàs	9 (40,9%)
Futbol, handbol o bàsquet	3 (13,6%)
Tennis o pàdel	3 (13,6%)
<i>Nutrició</i>	
Assessorament nutricional	12 (54,5%)
Suplements nutricionals	14 (63,6%)
Líquids en entrenament (aigua/isotònic)	9 (40,9%) / 13 (59,1%)
Adherència a la dieta mediterrània (puntuació) <sup>b</sup>	9,0 (2,0)
Adherència: baixa/intermèdia/alta <sup>b</sup>	1 (4,5%) / 18 (81,8%) / 3 (13,6%)

<sup>a</sup> Les variables quantitatives es presenten en mitjana i rang interquartílic i les qualitatives en número i percentatge.

<sup>b</sup> El test Predimed consta de 14 preguntes curtes que permeten obtenir una puntuació entre 0 i 14 punts i que classifica el grau d'adherència en baix (< 7 punts), intermedi (7-10 punts) o alt (10-14 punts).

## Discussió

Serialmed-UP és un estudi pilot que ha inclòs 29 corredors de marató de muntanya i que ha permès estudiar, per una banda, els seus hàbits de salut, entrenament i alimentació, i per una altra banda, les alteracions immediates sobre la seva salut, podent analitzar finalment l'existència de diferències entre els esportistes d'elit i no elit.

Els corredors no elit són d'edat propera als 40 anys i de forma global presenten un bon estat de salut, així com uns bons hàbits alimentaris i d'entrenament. No presenten alteracions en les variables basals analitzades el dia abans de la cursa. Aquest fet és positiu i hauria de ser una constant en tots els corredors no elit que vulguin participar en una marató de muntanya. És probable que aquests resultats no siguin generalitzables a la resta de corredors no elit. És possible que la participació voluntària en l'estudi hagi pogut seleccionar els individus amb una major preocupació pel seu estat de salut i, en conseqüència, amb millors hàbits. Seria desitjable poder analitzar un número més gran de corredors no elit (escollits de forma aleatòria i no voluntària) per valorar si es reproduïen els mateixos resultats.

El fet que la gran majoria de participants s'hagi sotmès a una revisió mèdica esportiva en els darrers dos anys<sup>9</sup> posa de manifest la seva sensibilitat envers la seguretat esportiva i pot facilitar la decisió dels organitzadors de proves esportives a recomanar o fins i tot exigir certificats d'aptitud esportiva per a participar en els esdeveniments competitiu.

En les determinacions basals abans de la cursa hi ha una elevada proporció (prop d'un 30%) d'atletes que presentaven BIBD en l'ECG, sent més freqüent en els d'elit que en els no elit. El bloqueig complet de branca dreta és una alteració electrocardiogràfica que sobretot es presenta en individus d'edat més avançada (per sobre del 50 anys), sent infreqüent per sota dels 30 anys (prevalença estimada del 0,2%)<sup>10</sup>. Contrariament, el BIBD és una troballa més freqüent en individus sans i més joves, amb estimacions de prevalença en alguns estudis de fins el 13,5%<sup>11</sup>. La presència de BIBD en atletes s'ha descrit amb freqüència (entre el 9 i el 24% segons les sèries) i, juntament amb la repolarització precoç i la bradicàrdia sinusal, es considera una alteració benigna i un marcador de l'adaptació fisiològica i estructural a l'exercici físic intens<sup>12-14</sup>.

Pel que fa al pes, prop del 90% de participants han perdut quelcom de pes després de la cursa, sent això més freqüent en els no elit, tot i que aquesta diferència no assoleix significació estadística. El percentatge de pes corporal perdut és proper al 3%, i també és més freqüent en els no elit. La deshidratació (pèrdua superior al 2% del pes corporal en aigua) pot degradar el rendiment de l'exercici aeròbic, sobretot en ambients calorosos: a més deshidratació hi ha més esforç fisiològic i menor rendiment en l'exercici aeròbic. El descens de l'aigua corporal total disponible fa disminuir el volum total, el volum sistòlic i la despesa cardíaca<sup>15</sup>. La deshidratació (ja sigui hipo, hiper o isotònica) pot comportar símptomes ja a partir de l'1% de pèrdua de pes corporal (malestar, debilitat muscular, etc.) i fins i tot pot comportar la mort quan aquest percentatge és proper al 8-10%. La set no és un indicador de deshidratació del tot fiable, doncs apareix quan la pèrdua de pes és del 1-3%, pel

**Taula 2** Resultats descriptius de les mesures abans i després de la cursa i resultats comparatius entre corredors elit i no elit

Variables <sup>a</sup>	Total	Elit	No elit	p
<b>Número</b>	25	7 (28%)	18 (72%)	
<b>Dades demogràfiques</b>				
Sexe masculí	21 (84%)	5 (71,4%)	16 (88,9%)	0,29
Edat (anys)	37,3 (12,2)	30,8 (15,2)	37,5 (9,6)	0,23
<b>Temps cursa</b>				
<i>Finisher</i>	23 (92%)	6 (85,4%)	17 (94,4%)	0,47
Temps cursa (hores)	6,2 (2,1)	4,6 (1,5)	6,3 (1,3)	< 0,001
Velocitat (km/h)	7,3 (2,5)	10,9 (2,8)	7,1 (1,5)	< 0,001
<b>Pes, n = 19</b>				
Pes pre-cursa (kg)	69,4 (14,2)	60,0 (16,0)	72,0 (12,7)	0,001
Pes post-cursa (kg)	66,9 (12,8)	56,7 (12,6)	71,7 (8,7)	0,001
Diferència de pes (kg)	-1,9 (1,4)	-1,5 (1,8)	-2,1 (1,5)	0,32
Pèrdua de pes	17 (89%)	5 (83,3%)	12 (92,3%)	0,55
% de pèrdua de pes	-2,8 (1,9)	-2,7 (3,3)	-3,0 (1,9)	0,78
<b>Constants</b>				
Saturació oxigen (%) pre-cursa	98 (2)	99 (1)	98 (1)	0,003
Saturació oxigen (%) post-cursa	96 (4)	95 (5)	96 (4)	0,37
Pulsacions (bpm) pre-cursa	64 (16)	58 (10)	72 (16)	0,05
Pulsacions (bpm) post-cursa	97 (19)	93 (8)	103 (21)	0,25
PA sistòlica (mmHg) pre-cursa	128 (10)	122 (17)	128 (14)	0,02
PA sistòlica (mmHg) post-cursa	110 (15)	116 (16)	110 (22)	1,00
PA diastòlica (mmHg) pre-cursa	79 (13)	74 (12)	81 (17)	0,44
PA diastòlica (mmHg) post-cursa	75 (12)	76 (14)	75 (14)	0,64
<b>Electrocardiograma, n = 21</b>				
Normal	14 (66,7%)	3 (42,9%)	11 (78,6%)	0,11
Bloqueig incomplet branca dreta	6 (28,6%)	4 (57,1%)	2 (14,3%)	
Sobrecàrrega ventricular	1 (4,8%)	0 (0%)	1 (7,1%)	
<b>Anàlisi de sang, n = 9</b>				
pH pre-cursa	7,36 (0,02)	7,36 (0,03)	7,36 (0,03)	1,00
pH post-cursa	7,38 (0,03)	7,38 (0,03)	7,38 (0,03)	0,50
pCO <sub>2</sub> pre-cursa (mmHg)	51,7 (5,1)	51,6 (2,5)	52,4 (6,3)	0,79
pCO <sub>2</sub> post-cursa (mmHg)	40,6 (7,1)	44,2 (5,1)	40,4 (5,6)	0,74
pO <sub>2</sub> pre-cursa (mmHg)	25,6 (6,1)	22,7 (1,6)	27,5 (6,8)	0,18
pO <sub>2</sub> post-cursa (mmHg)	25,4 (14,3)	25,2 (16,9)	25,8 (9,7)	0,61
HCO <sub>3</sub> pre-cursa (mmol/l)	29,4 (1,0)	29,2 (1,2)	29,6 (1,6)	0,13
HCO <sub>3</sub> post-cursa (mmol/l)	25,3 (2,9)	26,5 (1,5)	24,8 (6,5)	0,55
Na <sup>+</sup> pre-cursa (mmol/l)	141 (2)	141 (0)	141 (4)	0,41
Na <sup>+</sup> post-cursa (mmol/l)	142 (6)	142 (4,5)	142 (7)	0,75
Hiponatrèmia post-cursa	1 (11%)	0 (0%)	1 (16,7%)	0,45
Hipernatrèmia post-cursa	3 (33%)	1 (33,3%)	2 (33,3%)	1,00
K <sup>+</sup> pre-cursa (mmol/l)	3,9 (0,6)	3,8 (0,2)	4,1 (0,7)	0,51
K <sup>+</sup> post-cursa (mmol/l)	4,7 (0,4)	4,6 (0,2)	4,7 (0,6)	0,95
Ca <sup>+</sup> pre-cursa (mmol/l)	1,1 (0,07)	1,1 (0,03)	1,2 (0,05)	0,005
Ca <sup>+</sup> post-cursa (mmol/l)	1,2 (0,06)	1,1 (0,02)	1,2 (0,07)	0,035
Clor pre-cursa (mmol/l)	103 (4)	105 (1,5)	102 (4)	0,15
Clor post-cursa (mmol/l)	106 (4)	105 (1,5)	106 (5)	0,81
Hematòcrit pre-cursa	44 (6)	41 (4)	44 (5)	0,36
Hematòcrit post-cursa	46 (8)	40 (6,5)	47 (5)	0,38
Hemoglobina pre-cursa	14,9 (2,0)	13,8 (1,4)	15,2 (1,6)	0,27
Hemoglobina post-cursa	15,6 (2,8)	13,7 (2,1)	16,0 (1,9)	0,39



Taula 2 (Continuació)

Variabla <sup>a</sup>	Total	Elit	No elit	p
Glucosa pre-cursa (mg/dl)	95 (14)	85 (16,5)	96 (13)	0,06
Glucosa post-cursa (mg/dl)	90 (49)	90 (13)	89 (75)	0,63
Lactat pre-cursa (mg/dl)	0,9 (0,6)	1,4 (0,28)	0,9 (0,3)	0,04
Lactat post-cursa (mg/dl)	2,6 (0,7)	2,3 (0,72)	2,7 (1,0)	0,22
Creatinina pre-cursa (mg/dl)	0,9 (0,3)	0,8 (0,1)	0,9 (0,3)	0,13
Creatinina post-cursa (mg/dl)	1,5 (0,6)	1,2 (0,6)	1,6 (0,8)	0,39
Insuficiència renal aguda <sup>b</sup>	6 (66,7%)	2 (66,7%)	4 (66,7%)	1,00

Ca<sup>+</sup>: calci; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bicarbonat; K<sup>+</sup>: potassi; Na<sup>+</sup>: sodi; PA: pressió arterial; pCO<sub>2</sub>: pressió parcial de diòxid de carboni; pO<sub>2</sub>: pressió parcial d'oxigen.

<sup>a</sup> Les variables quantitatives es presenten en mitjana i rang interquartílic i les qualitatives en número i percentatge.

<sup>b</sup> Es defineix insuficiència renal aguda com un increment en la concentració sèrica de creatinina igual o superior a 0,3 mg/dl (o un increment igual o superior al 50% del seu valor basal) entre el valor pre i post-cursa.

que els corredors haurien de ser coneixedors d'aquest fet i beure malgrat no tinguin set en cursa<sup>16</sup>.

Una gran proporció de corredors han presentat alteracions en la funció renal i en els electròlits després de la cursa: dos terços, elevació de la creatinina amb criteris d'insuficiència renal aguda, i un 44%, alteracions en el sodi, especialment hipernatrèmia. Aquestes alteracions són freqüents i ben descrites a la literatura, i s'ha suggerit que en algunes ocasions ja són presents abans de començar la competició<sup>17</sup>. En aquest estudi cap participant tenia alterada la funció renal ni la natrèmia el dia abans de la cursa, el que indica que són alteracions directament relacionades amb l'exercici físic. Normalment aquesta disfunció renal és de causa pre-renal i secundària a una depleció de volum per una hidratació subòptima. L'ascens en els valors d'hemoglobina després de la cursa (tot i que sense significació estadística) com a mesura d'hemoconcentració confirmaria aquesta hipòtesi. Tot i això, també s'ha descrit la possibilitat d'insuficiència renal en absència de depleció de volum i s'ha proposat que l'exercici físic extenuant pot comportar alteracions sistèmiques, incloent un estat inflamatori que *per se* podria ocasionar dany a la nefrona<sup>18</sup>. Moltes de les alteracions bioquímiques que s'han descrit en relació a l'exercici físic són asimptomàtiques i transitòries, però es desconeix si a llarg termini poden tenir alguna conseqüència deletèria per a la salut<sup>19-22</sup>. Seria desitjable conèixer quin és el temps de recuperació de les alteracions post-cursa i poder fer recomanacions de quan es pot tornar a entrenar i/o competir.

És important observar que la majoria de diferències entre els valors pre i post-cursa assoleixen significació estadística només en els corredors no elit, destacant-ne la pèrdua de pes, l'ascens de la creatinina i l'ascens del lactat, fins i tot quan els nivells basals (pre-cursa) de lactat són més elevats en els d'elit. La concentració sanguínia de lactat és un marcador de la intensitat en l'exercici<sup>23</sup>, i és possible que els elit tinguin una musculatura més adaptada a córrer i un aclariment de lactat molt més desenvolupat que podria explicar que l'increment de lactat post-cursa sigui inferior en comparació als no elit.

També observem com en els corredors no elit hi ha un descens de la glucosa i una hemoconcentració (ascens d'hemoglobina i d'hematòcrit), sense assolir aquestes dues troballes significació estadística. Així, els corredors no elit, tot i tenir unes característiques basals aparentment conservades (estat de salut, entrenament i alimentació), tenen més alteracions post-cursa que els elit. És probable que el nivell d'entrenament, d'alimentació i de descans i el fet de requerir molt més temps per completar la cursa que els elit contribueixin, en part, a aquestes troballes.

Els resultats de l'estudi Serialmed-UP ens permeten plantejar l'aplicabilitat pràctica d'un model de treball en el que es pugui unir assistència i investigació. L'assistència implicaria l'anàlisi dels hàbits de salut i entrenament de l'esportista amb la possibilitat de fer recomanacions immediates. La investigació mitjançant l'obtenció, l'acumulació i l'anàlisi de dades sobre els efectes de l'esport de resistència en la salut permetria fer recomanacions als esportistes (elit i no elit) basades en l'evidència científica. Una percepció subjectiva però positiva d'aquest estudi (tant per part dels corredors com dels investigadors) ha estat tenir els resultats de forma immediata, la qual cosa ha permès fer recomanacions també de forma immediata. En cas de detectar alteracions significatives en paràmetres clínics i/o analítics abans de la cursa, obligaria a recomanar no participar en la competició. El fet de detectar alteracions en les valoracions post-cursa (com ha succeït en l'estudi) ens ha permès fer recomanacions *in situ* per portar a terme els dies següents (repòs, hidratació, repetir un nou anàlisi en pocs dies, millorar la dieta o l'entrenament, etc.) i per a futures competicions (com per exemple millorar la hidratació en cursa).

Som conscients de què l'estudi Serialmed-UP té limitacions. En primer lloc, la mida de mostra analitzada és petita i no permet generalitzar les troballes. A més, és probable que no hagi permès demostrar més diferències estadísticament significatives al comparar algunes variables quan en realitat hi deuen ser. Per altra banda, la selecció de participants s'ha fet de forma voluntària i no aleatoritzada entre tots els corredors de la cursa, contribuint segurament a un

**Taula 3.** Resultats comparatius de les mesures abans (pre) i després (post) de la cursa

Variable <sup>a</sup>		Global	p	Elit	p	No elit	p
Pes (kg)	pre	69,4 (13,2)	< 0,001	58,3 (12,5)	0,056	72,5 (10,2)	< 0,001
	post	66,9 (12,8)		56,7 (12,6)		71,7 (8,7)	
Saturació oxigen (%)	pre	98 (2)	0,001	99 (1)	0,02	98 (1)	0,02
	post	96 (4)		95 (5)		96 (4)	
Pulsacions (bpm)	pre	64 (16)	< 0,001	58 (10)	< 0,001	72 (16)	< 0,001
	post	97 (19)		93 (8)		103 (21)	
PA sistòlica (mmHg)	pre	128 (10)	0,48	122 (17)	0,15	128 (14)	0,46
	post	110 (15)		116 (16)		110 (22)	
PA diastòlica (mmHg)	pre	79 (13)	0,05	74 (12)	0,79	81 (17)	0,03
	post	75 (12)		76 (14)		75 (14)	
pH	pre	7,36 (0,02)	0,06	7,36 (0)	0,21	7,35 (0,03)	0,25
	post	7,38 (0,03)		7,38 (0,03)		7,38 (0,03)	
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	pre	51,7 (5,1)	0,001	51,6 (2,5)	0,043	52,4 (6,3)	0,008
	post	40,6 (7,1)		44,2 (5,1)		40,4 (5,6)	
pO <sub>2</sub> (mmHg)	pre	25,6 (6,1)	0,001	22,7 (1,6)	0,02	27,5 (6,8)	0,02
	post	25,4 (14,3)		25,2 (16,9)		25,8 (9,7)	
HCO <sub>3</sub> (mmol/l)	pre	29,4 (1,0)	0,17	29,2 (1,2)	0,03	29,6 (1,6)	0,38
	post	25,3 (2,9)		26,5 (1,4)		24,8 (6,5)	
Na <sup>+</sup> (mmol/l)	pre	141 (2)	0,50	141 (0)	0,43	141 (4)	0,84
	post	142 (6)		142 (4,5)		142 (7)	
K <sup>+</sup> (mmol/l)	pre	3,9 (0,6)	0,006	3,8 (0,2)	0,04	4,1 (0,7)	0,07
	post	4,7 (0,4)		4,6 (0,2)		4,7 (0,6)	
Ca <sup>+</sup> iònic (mmol/l)	pre	1,1 (0,07)	0,36	1,1 (0,03)	0,59	1,2 (0,05)	0,56
	post	1,2 (0,06)		1,1 (0,03)		1,2 (0,07)	
Clor (mmol/l)	pre	103 (4)	0,13	105 (1,4)	0,53	102 (4)	0,17
	post	106 (4)		105 (1,5)		106 (5)	
Hematòcrit	pre	44 (6)	0,18	41 (4)	0,73	44 (5)	0,21
	post	46 (8)		40 (6,5)		47 (5)	
Hemoglobina	pre	14,9 (2)	0,14	13,8 (1,4)	0,51	15,2 (1,6)	0,23
	post	15,6 (2,8)		13,7 (2,1)		16,0 (1,9)	
Glucosa (mg/dl)	pre	95 (14)	0,55	85 (16,5)	0,41	96 (13)	0,75
	post	90 (49)		90 (13)		89 (75)	
Lactat (mg/dl)	pre	0,96 (0,6)	0,006	1,41 (0,28)	0,40	0,90 (0,3)	0,007
	post	2,58 (0,7)		2,27 (0,72)		2,69 (0,9)	
Creatinina (mg/dl)	pre	0,97 (0,3)	0,013	0,83 (0,09)	0,20	0,98 (0,3)	0,05
	post	1,49 (0,7)		1,23 (0,57)		1,58 (0,7)	

Ca<sup>+</sup>: calci; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bicarbonat; K<sup>+</sup>: potassi; Na<sup>+</sup>: sodi; PA: pressió arterial; pCO<sub>2</sub>: pressió parcial de diòxid de carboni; pO<sub>2</sub>: pressió parcial d'oxigen.

<sup>a</sup> Les variables quantitatives es presenten en mitjana i rang interquartílic.

cert biaix de selecció. És probable que els que han decidit participar de forma voluntària en l'estudi tinguin unes característiques diferents (motivació i hàbits) dels que no hi han volgut participar.

En conclusió, davant l'increment de participants no elit en curses de llarga distància i resistència, és necessari avançar en el coneixement dels potencials efectes sobre la salut, per així poder fer recomanacions basades en l'evidència científica.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen conflicte d'interessos.

## Agraïments

A l'organització de la UltraPirineu per donar totes les facilitats per dur a terme l'estudi, així com a tots els corredors que de forma voluntària hi han participat.

## Bibliografia

1. Subirats Bayego E, Subirats Vila G, Soteras Martínez I. Exercise prescription: Indications, dosage and side effects. *Med Clin (Barc)*. 2012;138:18-24.
2. Schmiech C. 'Paracelsus' rediscovered: Searching for the right dose of physical training. *Open Heart*. 2014;1:e000027.

3. Parker-Pope T. Are marathons safe? The New York Times [consultat 20 Oct 2009]. Disponible a: <http://well.blogs.nytimes.com/2009/10/20/are-marathons-safe>
4. Serialmed LAB, S.L. Disponible a: <http://serialmed.com>
5. UltraPirineu 2017. Disponible a: <https://livetrial.net/histo/ultrapirineu>
6. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med*. 2013;368:1279-90.
7. Alere™. Disponible a: <https://www.alere.com/es/home/area-of-interest/cardiovascular/blood-gases.html>
8. Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO). Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl*. 2012;2:1-138.
9. Consideracions per als professionals de la salut sobre l'avaluació del risc cardiovascular prèviament a la pràctica esportiva. Document de consens. Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Novembre de 2014.
10. Rotman M, Triebwasser JH. A clinical and follow-up study of right and left bundle branch block. *Circulation*. 1975;51:477.
11. Kobza R, Cuculi F, Abächerli R, Toggweiler S, Suter Y, Frey F, et al. Twelve-lead electrocardiography in the young: Physiologic and pathologic abnormalities. *Heart Rhythm*. 2012;9:2018.
12. Kim JH, Noseworthy PA, McCarty D, Yared K, Weiner R, Wang F, et al. Significance of electrocardiographic right bundle branch block in trained athletes. *Am J Cardiol*. 2011;107:9-1083.
13. Malhotra VK, Singh N, Bishnoi RS, Chadha DS, Bhardwaj P, Madan H, et al. The prevalence of abnormal ECG in trained sportsmen. *Med J Armed Forces India*. 2015;71:324-9.
14. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: The 'Seattle Criteria'. *Br J Sports Med*. 2013;47:122-4.
15. Wall BA, Watson G, Peiffer JJ, Abbiss CR, Siegel R, Laursen PB. Current hydration guidelines are erroneous: Dehydration does not impair exercise performance in the heat. *Br J Sports Med*. 2015;49:1077-83.
16. Nutrición. A: Enric Subirats Bayego, director. Manual de Medicina de Montaña y del Medio Natural basado en la evidencia. Sección I. Capítulo 2. Páginas 15-37. Editorial Médica Panamericana, Madrid; 2017.
17. Mohseni M, Silvers S, McNeil R, Diehl N, Vadeboncoeur T, Taylor W, et al. Prevalence of hyponatremia, renal dysfunction, and other electrolyte abnormalities among runners before and after completing a marathon or half marathon. *Sports Health*. 2011;3:145-51.
18. McCullough PA, Chinnaiyan KM, Gallagher MJ, Colar JM, Geddes T, Gold JM, et al. Changes in renal markers and acute kidney injury after marathon running. *Nephrology (Carlton)*. 2011;16:194-9.
19. Lippi G, Banfi G, Montagnana M, Salvagno GL, Schena F, Guidi GC. Acute variation of leucocytes counts following a half-marathon run. *Int J Lab Hematol*. 2010;32:117-21.
20. Lippi G, Schena F, Dipalo M, Montagnana M, Salvagno GL, Aloe R, et al. Troponin I measured with a high sensitivity immunoassay is significantly increased after a half marathon run. *Scand J Clin Lab Invest*. 2012;72:467-70.
21. Lippi G, Schena F, Montagnana M, Salvagno GL, Banfi G, Guidi GC. Significant variation of traditional markers of liver injury after a half-marathon run. *Eur J Intern Med*. 2011;22:e36-8.
22. Kupchak BR, Volk BM, Kunces LJ, Kraemer WJ, Hoffman MD, Phinney SD, et al. Alterations in coagulatory and fibrinolytic systems following an ultra-marathon. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113:2705-12.
23. Cairns SP. Lactic acid and exercise performance: Culprit or friend? *Sports Med*. 2006;36:279-91.