

# PROYECTO CRS

corre | recupera | repite | siempre | saludable



## MEMORIA FINAL

Proyecto CRS - Maratón Valencia Trinidad Alfonso EDP  
Servei d'Esports - Universitat Jaume I  
[crsprojecto@gmail.com](mailto:crsprojecto@gmail.com) | 964 72 9332



*Cultura del Esfuerzo*

fundación  
vithas nisa



## ÍNDICE:

- **ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA**
- **GRUPO DE INVESTIGACIÓN**
- **METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO**
- **RESULTADOS**
  - Perfil del corredor
  - Resultados referentes a la intensidad de la actividad física y consumo calórico.
  - Resultados nefrológicos
  - Componente muscular
  - Componente ventilatorio y cardiaco
  - Aspectos actitudinales y psicológicos
- **CONCLUSIONES GENERALES**
- **PRESUPUESTO ASOCIADO**
- **ANEXOS**
  - Anexo I - Consentimiento informado
  - Anexo II – Comisión deontológica
  - Anexo III - Encuesta Adicción
  - Anexo IV – Encuesta calidad de vida
  - Anexo V - Encuesta hábitos personales y de entrenamiento
  - Anexo VI – Enlaces medios de comunicación
  - Anexo VII - Redes sociales

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

2

Gráfico	página
Gráfico 1 Porcentaje de corredores que realizan vida con pareja	40
Gráfico 2 Número de hijos de los corredores	40
Gráfico 3 Porcentaje de corredores según el número de años que llevan corriendo	41
Gráfico 4 Porcentaje de corredores distribuidos por el tipo de superficie de entrenamiento	41
Gráfico 5 Porcentaje de corredores que tiene nutricionista	42
Gráfico 6 Porcentaje de corredores que tienen entrenador	42
Gráfico 7 Porcentaje de corredores en función del número de años que tienen entrenador	43
Gráfico 8 Porcentaje de corredores que usan el gimnasio como medio de entrenamiento	43
Gráfico 9 Porcentaje de corredores que usan la natación como medio de entrenamiento	44
Gráfico 10 Porcentaje de corredores que usan el ciclismo como medio de entrenamiento	44
Gráfico 11 Porcentaje de corredores que usan el masaje en su programa de entrenamiento	45
Gráfico 12 Distribución de los corredores en función de la periodicidad de los masajes	45
Gráfico 13 Distribución de los corredores en función del número de maratones finalizadas	46
Gráfico 14 Porcentaje de corredores cuyo objetivo de temporada era el Maratón de Valencia FTA edp 2016	46
Gráfico 15 Distribución de los corredores en función de los días de descanso postmaratón	47
Gráfico 16 Kcal consumidas en función de la intensidad del esfuerzo en la semana basal	50
Gráfico 17 Kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón	52
Gráfico 18 Kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención de carrera continua.	53
Gráfico 19 Kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención elíptica	53
Gráfico 20 Kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención descanso.	54
Gráfico 21 Diferencias en el consumo calórico entre los tres grupos de intervención postmaratón en kcal/kg/min	55
Gráfico 22 Modificación de la IL-6 antes y después de la maratón	59
Gráfico 23 Variación de los valores de Filtrado Glomerular sin intervención	61
Gráfico 24 Variación de los valores de Filtrado Glomerular diferenciados por sexo y sin intervención	62
Gráfico 25 Variación porcentual de los valores de Filtrado Glomerular diferenciados por sexo y sin intervención	62
Gráfico 26 Variación del Filtrado Glomeular en los tres grupos de intervención	70
Gráfico 27 Variación del porcentaje de los valores de Filtrado Glomerular en los diferentes grupos de intervención	71
Gráfico 28 Evolución semanal de las concentraciones medias de LDH.	75
Gráfico 29 Comparativa evolución LDH por sexos.	76
Gráfico 30 Evolución de la LDH en función del tipo de recuperación	77
Gráfico 31 Evolución de las PCR post-maratón	81

Gráfico	página
Gráfico 32 Porcentaje de corredores en función del riesgo cardiovascular relativo	82
Gráfico 33 Comparativa evolución PCR Hombres Vs Mujeres	83
Gráfico 34 Estadístico de contraste de la PCR a las 48h en función del sexo.	84
Gráfico 35 Estadístico de contraste de la PCR a las 192h horas en función del sexo.	84
Gráfico 36 Evolución de la PCR en función del tipo de recuperación.	85
Gráfico 37. Determinaciones de PCR a las 24 horas post-maratón en función de la media de tiempo del km en carrera y estadístico de contraste	86
Gráfico 38 Evolución de concentraciones séricas de CK	91
Gráfico 39 Evolución de las CK diferenciando el sexo de los corredores	92
Gráfico 40. Evolución de las CK en función del tipo de intervención en la recuperación.	94
Gráfico 41. Evolución de las CK en función del tipo de recuperación	94
Gráfico 42 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 96h	95
Gráfico 43 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 144h.	96
Gráfico 44 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 192h.	96
Gráfico 45. Evolución de las CK por velocidad en carrera	97
Gráfico 46. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC en meta.	99
Gráfico 47. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC a las 96h	99
Gráfico 48. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC a las 192h.	99
Gráfico 49. Evolución Hs-TNT pre-post carrera	110
Gráfico 50. Evolución Hs-TNT durante la semana posterior a la carrera.	111
Gráfico 51. Distribución Sumatorio Físico y Mental por sexos	114
Gráfico 52. Puntuaciones sumatorias componente físico según sexo y estadístico de contraste	116
Gráfico 53. Evolución del sumatorio componente salud física por grupos edad y estadístico de contraste.	117
Gráfico 54. Clasificación de los sujetos en función de su grado de dependencia.	124
Gráfico 55. Criterios adicción por sexo.	125
Gráfico 56. Efectos deseados por sexo y estadístico de contraste	126
Gráfico 57. Criterio falta de control en función de tener entrenador y estadístico de contraste.	127
Gráfico 58 Reducción de otras actividades en función del ritmo de carrera por kilómetro y estadístico de contraste.	127
Gráfico 59. Relación entre la gestión del tiempo y los días entrenamiento semanal. Estadístico de contraste.	128
Gráfico 60. Relación entre la gestión del tiempo y el tipo de actividad laboral. Estadístico de contraste	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	página
Tabla 1 Casos en el desarrollo del estudio. H=hombres; M=mujeres	19
Tabla 2 número de tomas de datos y sujetos en los momentos del estudio. H=hombres; M=mujeres	21
Tabla 3 Datos registrados en cada momento de la recogida de información	34
Tabla 4 datos recogidos por variable de análisis	34
Tabla 5 Descripción del perfil de los corredores participantes en el estudio	39
Tabla 6 Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y el sexo	48
Tabla 7 Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y la franja horaria del día. Semana basal	49
Tabla 8 Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y la franja horaria del día. Semana maratón	51
Tabla 9: Características de los participantes	57
Tabla 10: Evolución temporal de los principales parámetros estudiados.	60
Tabla 11: Eventos a la llegada. Abreviaturas: FRA (Fracaso renal agudo)	63
Tabla 12: Características basales de los participantes con y sin criterios de FRA.	65
Tabla 13: Datos de laboratorio a la llegada, Comparativa entre individuos con y sin FRA.	66
Tabla 14: Comparación de los resultados analíticos temporales entre los grupos de recuperación	69
Tabla 15 Determinaciones medias plasmáticas de LDH. Evolución semanal.	75
Tabla 16 Evolución semanal de la LDH y estadístico de contraste en relación al tiempo en carrera.	76
Tabla 17 Evolución de la LDH en función del tipo de recuperación.	78
Tabla 18 Determinaciones medias plasmáticas de PCR. Evolución Semanal	80
Tabla 19 Clasificación del riesgo cardiovascular por niveles de PCR.	82
Tabla 20 Resumen del modelo obtenido de ecuación de regresión.	87
Tabla 21. Determinaciones medias plasmáticas de CK. Evolución semanal	90
Tabla 22 Concentraciones medias de CK por sexos y estadístico de contraste	93
Tabla 23 Clasificación de los corredores en función de su IMC.	98
Tabla 24. Resultados prueba T para muestras independientes	102
Tabla 25. Resultados prueba Chi Cuadrado	103
Tabla 26. Resultados Correlación Pearson Variables de Velocidad y VO2	105
Tabla 27. Resultados Correlación Pearson Variables relativas a las vías energéticas	106
Tabla 28. Resultados Correlación Pearson Variables relativas a las vías energéticas	106
Tabla 29. Resumen del modelo de Regresión Lineal Múltiple	107
Tabla 30. ANOVA del modelo de Regresión Lineal Múltiple	107
Tabla 31. Coeficientes del modelo de Regresión Lineal Múltiple	108
Tabla 32. Puntuaciones medias Sumatorio Físico y Mental por periodos de edad. Estadísticos de contraste con la población de referencia para rango de edad.	114
Tabla 33. Relación entre la calidad de vida y las variables de estudio.	116
Tabla 34. Resumen del modelo obtenido en la ecuación de regresión lineal para la calidad de vida componente sumatorio salud física.	118
Tabla 35. Correlación entre dolor corporal y continuidad Adicción.	119
Tabla 36. Relaciones entre el criterio Tiempo adicción y factores de calidad de vida.	120
Tabla 37. Puntuaciones medias para los criterios de adicción de la escala EDS-R	123
Tabla 38. Cuadro resumen variables relacionadas con la adicción.	125

## ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El incremento de la participación en carreras populares ha sido exponencial en los últimos años. La incorporación de corredores y corredoras a la moda del “running” ha producido una afluencia de practicantes de esta disciplina deportiva en muchos espacios y lugares. Este incremento ha provocado cambios en las estrategias sociales y políticas, de manera que las ciudades y pueblos han realizado inversiones muy importantes para hacer accesible esta práctica a la población en general.

Las informaciones generadas por medios sociales, colectivos sanitarios, entornos educativos, así como el conjunto de mensajes que sitúan a la actividad física como elemento imprescindible para conseguir una mejor calidad de vida, han calado en la sociedad en general; hecho que ha impulsado con fuerza la cultura del ejercicio físico asociada al bienestar y la salud.

Todo este movimiento, junto con la comunidad científica que ha investigado al respecto de las bondades que aporta el ejercicio físico regular al bienestar y la salud, ha promocionado, en todas las clases sociales, la carrera como elemento sencillo y fácil de practicar.

Las carreras populares se han convertido en uno de los eventos deportivos con mayor trascendencia social. Éstas no han hecho más que crecer y es raro el pueblo o ciudad que no tiene su “vuelta a pie”, pero además esta popularidad se ha visto incrementada por la masiva afluencia de participantes en los eventos de larga duración como son el maratón o los 100km (Abbatemarco et al., 2016; Ahmadyar et al., 2015; El Helou et al., 2012; Knechtle et al., 2017; Trappe, 2007; Zavorsky et al., 2017). En la página web de la International Association of Athletics Federations (IAAF) se puede observar el número de carreras de maratón así como su clasificación en función de los niveles de calidad (<https://www.iaaf.org/competition/calendar>), solo en España se celebraron 51 pruebas de maratón durante el año 2016 (<http://bit.ly/2ISrJXu>). Pruebas que cuentan con un número elevado de participantes como la maratón de Brooklyn 42.000, la de París o New York con 35.000, la de Londres o Berlín con 30.000. En España pruebas como la maratón de Madrid con 12.000 participantes o la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp con 15.858 “finishers” en la edición de 2016.

Al mismo tiempo, la masiva popularización de las carreras populares basada en los principios de la salud y el bienestar ha traído también consigo, en algunos casos, conductas adictivas y que han transformado su objetivo saludable en otros fines que no ayudan al equilibrio entre salud y

rendimiento. Igualmente, el ejercicio físico intenso y mantenido, genera un estado inflamatorio sistémico que a nivel renal se traduce en daño transitorio aun sin fracaso renal agudo, sólo objetivable por tanto en alteraciones urinarias, por lo que es preciso por ello incorporar la determinación de la orina en los estudios de evaluación de la salud de los corredores.

En este proyecto de investigación se pretende conocer elementos importantes para la salud y aportar recomendaciones para los corredores y las corredoras habituales en este tipo de carreras, de igual modo se pretende concienciar a la sociedad de la necesidad de incorporar la actividad física en su estilo de vida, y en particular la carrera, de una manera ordenada y conociendo los riesgos a tener en cuenta para su incorporación de manera saludable. Así las dos principales líneas de investigación se centran en los siguientes objetivos:

El primero de ellos, conocer los daños fisiológicos agudos que se producen en los corredores de una maratón de manera que podamos valorar las consecuencias que produce en el organismo la realización de una prueba de estas características, trabajo que va a poder cotejarse con otros trabajos de investigación que ya han sido realizados por otros investigadores (Ainsworth et al., 2000; Bessa et al., 2008; Ekelund et al., 2001; Friedrich et al., 2014; Hoffman and Stuempfle, 2014; Hoffman et al., 2013; Knechtle et al., 2011; Maron et al., 1996; Murray and Costa, 2012; Oh et al., 2015; O'Keefe et al., 2012; Patil et al., 2012; Peters et al., 2004; di Prampero et al., 1986; Reeder and Wilson, 2005; Salvagno et al., 2014; Stelzer et al., 2015; Sugama et al., 2015).

El segundo, de carácter innovador y poco estudiado, se centra en conocer los procesos que favorecen la recuperación de esos daños agudos, de manera que podamos afirmar científicamente el tiempo necesario para que una persona pueda realizar otro esfuerzo de cierta intensidad y conocer, de entre los tipos de ejercicio físico realizados en la fase de recuperación, cuál de ellos es el más idóneo para mejorar el tiempo y los procesos de recuperación (Ainsworth et al., 2011; Baird et al., 2012; Bekos et al., 2016; Esliger et al., 2011; Fullagar et al., 2015; Kim et al., 2014; Kłapcińska et al., 2013; Ojiambo et al., 2011; Welch et al., 2013).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	
<p>Conocer el <b>daño fisiológico agudo</b> que se produce en un corredor de maratón</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de la respuesta aguda cardiaca a una maratón</li> <li>- Estudio de los cambios de masa corporal que se producen en un maratón</li> <li>- Conocer la distribución del esfuerzo en carrera y el gasto energético</li> </ul>
<p>Conocer el tiempo que el participante tarda en volver a sus valores de normalidad, teniendo en cuenta una intervención de ejercicio programado en los siete primeros días de recuperación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer cómo influye el descanso absoluto en los procesos de recuperación</li> <li>- Conocer cómo influye un programa de ejercicio aeróbico basado en la carrera en los procesos de recuperación</li> <li>- Conocer cómo influye un programa de ejercicio aeróbico basado en ejercicio sin impactos (elíptica) en los procesos de recuperación</li> <li>- Comparar el efecto de los diferentes programas sobre los procesos de recuperación</li> </ul>

El proyecto CRS (Corre, Recupera, Siempre Saludable) arranca el 16 de junio de 2016 con la firma de un contrato de investigación entre la Universitat Jaume I de Castellón, la Fundación Trinidad Alfonso, la Fundación Hospitales NISA y la Sociedad Deportiva Correcaminos.



De izquierda a derecha: **Francisco Borao**, presidente de la Societat Esportiva Correcaminos, organizadora de la Marató de València; **Juan Miguel Gómez**, responsable de proyectos de la Fundación Trinidad Alfonso; **Vicent Climent**, rector de la Universitat Jaume I; **Joaquín Montenegro** director general de la Fundación Vithas.



## GRUPO DE INVESTIGACIÓN

El grupo de investigación está configurado por un conjunto de profesionales de las ciencias de la actividad física y el deporte, la medicina, la biotecnología, la enfermería y la psicología, todos ellos forman un equipo de trabajo equilibrado de manera que las hipótesis de investigación se analizan desde una perspectiva holística, lo cual confiere al proyecto de investigación una mayor solidez científica.

El grupo lleva dos años funcionando con el Proyecto *Penyagolosa Trail Saludable*, proyecto que estudia los problemas fisiológicos que ocurren en participantes que realizan una prueba de ultramaratón por montaña. Las mediciones y datos analizados aportan información para poder actuar en este tipo de participantes de manera que mejoren sus prestaciones y atiendan con más garantías a aspectos relativos a su salud.

En particular el grupo de investigación está formado por:

- ❖ 2 Doctores en Ciencias de la Actividad Física
- ❖ 1 Doctor en Ciencias de la Salud
- ❖ 2 Doctores en Medicina. Nefrólogos
- ❖ 1 Psicólogo con máster en psicología deportiva
- ❖ 1 Doctora en Biotecnología
- ❖ 6 personas de personal de apoyo contratadas

**Dr. Carlos Hernando Domingo (investigador principal)**


Diplomado universitario en enfermería por la Universidad de Valencia y Licenciado en Educación Física en el INEF de Barcelona. Doctor en Educación por la Universidad Jaume I de Castellón. Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Educación. Desde 1992 dirige el Servicio de Deportes de la Universidad Jaume I, servicio que en 2004 se convirtió en el primer servicio de deportes español

universitario en obtener una certificación ISO9001. Ha dirigido dos tesis doctorales, ha participado como ponente en diferentes reuniones científicas y ha publicado diversos artículos en el ámbito del deporte universitario y la didáctica de la Educación Física. Es el investigador principal del proyecto Penyagolosa Trail Saludable.

9

**Dr. Eladio Joaquín Collado Boira:**


Profesor Universitario en la Universitat Jaume I, Departamento de Enfermería. Vicedecano de la Facultad de Ciencias de la Salud. Doctor en Ciencias de la Salud por la Universidad CEU Cardenal Herrera. Master en Ciencias de la Enfermería por la Universidad de Alicante. Graduado de enfermería por la Universidad de Valencia. Experto universitario en gestión de servicios de enfermería y especialista

universitario en cirugía Mayor Ambulatoria por la Universidad de Valencia. Coordina el grupo de investigación “Cuidados y Salud” y es integrante del proyecto Penyagolosa Trail Saludable. Ha presentado cerca de 50 comunicaciones y ponencias en congresos nacionales e internacionales y tiene varios artículos de difusión en publicaciones nacionales de ámbito biosanitario.

**Dr. Ignacio Martínez Navarro:**



Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Máster en Fisiología. Profesor asociado en el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia. Investigador centrado en el estudio de la utilización de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en el análisis de los procesos de recuperación y la adaptación al entrenamiento, y en los efectos del entrenamiento neuromotor sobre la capacidad funcional y el rendimiento cognitivo en las personas de edad avanzada. Integrante del proyecto Penyagolosa Trail Saludable, interesado en el estudio de los efectos agudos sobre la función cardiovascular y los procesos de recuperación después de pruebas de ultra-resistencia. Posee publicaciones en revistas científicas en el ámbito del ejercicio físico.

10

**D. Vicente Porcar Blanch:**



Licenciado en Psicología por la Universidad Jaume I de Castellón y Master en Psicología por la UNED (Madrid), Diplomado en Magisterio especialidad educación física. Postgrado en gestión deportiva por la Universidad Jaume I de Castellón. Técnico de deportes en el Servei d'Esports de la Universidad Jaume I de Castellón, responsable del Área de Formación y Difusión de dicho servicio.

**Dra. Bárbara Hernando Fuster:**


Doctora por la Universitat Jaume I de Castellón, licenciada en Biotecnología por la Universidad Politécnica de Valencia. Master en Ciencias Biomédicas por la London Metropolitan University. Personal investigador del Departamento de Medicina de la Universidad Jaume I de Castellón, grupo de investigación 'Genética de la pigmentación humana y el cáncer de piel'. Ha presentado comunicaciones y

ponencias en congresos nacionales e internacionales, y tiene varias publicaciones científicas. Además, en el ámbito del deporte y el ejercicio físico, es miembro fundador del Comité de la Juventud de la Real Federación Española de Atletismo. Ponente en diversos congresos nacionales e internacionales en el ámbito del atletismo, la mujer deportista y el liderazgo. Miembro del equipo de investigación del proyecto Penyagolosa Trails Saludable. Deportista de élite en la modalidad de atletismo (11 veces internacional con la selección española).

11

**Dra. Nayara Panizo González:**


Doctora en Medicina por la Universidad Complutense de Madrid. Master en Hemodiálisis por la Universidad Complutense de Madrid. Médico Adjunto Especialista en Nefrología en el centro de diálisis Nefrovall (Vall d'Uixó), B-BRAUN. Actividad de Nefrología Clínica (Consulta) en el Centro Médico Adeslas Castellón de la Plana. Profesora Universitaria en el I Curso Universitario de Postgrado de Especialización en

Enfermería Nefrológica de la Universitat Jaume I Castellón. Investigadora centrada en la rabdomiolisis, la nefrología clínica, el análisis de la composición corporal por bioimpedancia y la hemodiálisis; con publicaciones en revistas científicas de impacto.

**Dr. Javier E. Reque Santivañez:**



Doctor en Medicina por la Universidad Complutense de Madrid. Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad del Valle (Bolivia). Especialidad en Nefrología en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Master en hemodiálisis por la Universidad Complutense de Madrid. Co-director y profesor en el I Curso de Especialización en Enfermería Nefrológica de la Universidad Jaime I de

Castellón. Director médico centro de hemodiálisis DIAVERUM de Castellón. Consultas externas y hospitalización de Nefrología en el Hospital Rey Don Jaime I Castellón. Investigador centrado en la hemodiálisis y el riesgo cardiovascular, con publicaciones en revistas científicas de impacto.

### **Personal de apoyo para el desarrollo del trabajo de campo y tratamiento de datos:**

Óscar Aicart Nebot, Sergi Aicart Nebot, Marta Vidal Jover, Ana María Gil Vallés, Jeanine de Dann Braun y Noemi Bachero Alguacil. Todos ellos trabajadores del Servei d'Esports de la Universitat Jaume I de Castellón y con amplia experiencia en procesos de gestión de datos, eventos y aplicación de medidas en la ejecución de proyectos.

La Unidad de Salud deportiva Vithas NISA del Hospital 9 de Octubre, fue la encargada de realizar las pruebas de valoración funcional del estudio. El equipo de trabajo estaba constituido por los cardiólogos Dr. Dario Sanmiguel Cervera y Juan Miguel Sánchez Gómez, los Drs en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte Antonio Montoya Vieco y Nacho Martínez Navarro y la enfermera María José Ortí Martínez.

Igualmente los laboratorios de los Hospitales Vithas NISA de 9 de Octubre en Valencia y Jaime I de Castellón, fueron los responsables de la realización de las diferentes analíticas que se llevaron a cabo durante todo el proceso, siendo el Hospital Vithas NISA 9 de Octubre el que asumió el grueso del trabajo a realizar. La médico responsable del laboratorio de análisis clínicos Dra Vicenta Sanhermelando Rossi junto con todo el equipo de trabajo desarrollaron una labor eficaz y óptima en el intenso periodo de análisis de las muestras.

El periodo transcurrido desde el mes de septiembre de 2016 hasta la semana posterior de la carrera de maratón fue un periodo intenso en la toma de muestras en los diferentes corredores, existiendo un pico de trabajo muy intenso en las pruebas de laboratorio ad-hocs de carácter basal previas al maratón y durante el periodo pre y post maratón.



Junto con este equipo se configuró un equipo de enfermería responsable de realizar todas las pruebas invasivas, conservación y traslado de las muestras, que se realizaron fuera de la clínica, tanto el día de la feria del corredor, así como el día de la carrera y días programados de la recuperación, configurado por las siguientes personas:

- ❖ Amparo Bernat Adell. Directora del Departamento de Enfermería. Doctora en Ciencias de la Salud. Amplia experiencia profesional en al ámbito de la enfermería intensiva. Miembro del grupo de investigación Cuidados y Salud.
- ❖ Pilar Moles Julio. Profesora del Departamento de Enfermería UJI. Amplia experiencia profesional en al ámbito de la enfermería sociosanitaria. Miembro del grupo de investigación Cuidados y Salud.
- ❖ Beatriz Damaso Vega. Profesora del Departamento de Enfermería UJI. Enfermera Hospital General Universitario de Castellón. Amplia experiencia profesional en al ámbito de la enfermería quirúrgica.
- ❖ Joan Bou Estellés. Profesor del Departamento de Enfermería UJI. Amplia experiencia profesional en al ámbito de la enfermería sociosanitaria. Miembro del grupo de investigación Cuidados y Salud.
- ❖ Pedro García Martínez. Enfermero especialista en Enfermería Comunitaria vía EIR. Alumno de Doctorado. Amplia experiencia profesional en al ámbito de la enfermería comunitaria y salud pública.
- ❖ Carlos Guerrero Ramos. Farmacéutico, enfermero y estudiante de doctorado en la Universitat Jaume I.
- ❖ Clara Pérez González. Enfermera.
- ❖ Colaboración voluntaria de alumnos del grado de Enfermería de 3º y 4º grado. Estos alumnos estuvieron siempre bajo la tutela y supervisión de los profesores del grado.

A este grupo de personas se añadieron voluntarios, estudiantes diversas titulaciones de la Universitat Jaume I, así como diversos profesionales del ámbito de la educación y de la salud que, igualmente, colaboraron durante la fase de recogida de datos.



© Servei d'Esports UJI



## METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

### Selección de participantes del estudio:

El proyecto se pretendía llevar a término con 100 corredores. Para ello se realizó una fase de información, comunicación y presentación del proyecto a las personas inscritas en el Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp de 2016.

En esta fase además de dar a conocer el proyecto por medios de comunicación, redes sociales y comunicación electrónica (anexos), se hicieron sesiones presenciales en las instalaciones de “la Petxina” de Valencia. En estas sesiones, celebradas el día **14 de julio de 2016 en tres sesiones, a las 18.30h, 19.00h y 19.30h en la Sala Conferencias en el Complejo de la Petxina (Valencia)** y con una amplia asistencia de participantes interesados, se expuso con detalle las características y compromisos de las personas que finalmente serían admitidas en el proyecto y formarían parte del voluntariado para llevar a cabo la investigación.

16



En la explicación del proyecto se definieron las condiciones imprescindibles a cumplir para que el trabajo cumpliera criterios de homogeneidad de la muestra y fueran comparables entre sujetos.

Así los participantes del estudio debían cumplir los siguientes requisitos:

- No padecer una enfermedad cardíaca ni renal
- No tomar una medicación de forma continuada
- Tener acreditada una marca en maratón que oscile entre las 3h y las 4h en hombres, y 3h30min y 4h30min en mujeres.
- Tener entre 30 y 44 años.
- Tener un índice de masa corporal entre 16 y 24,99.
- La proporción de número de hombres y mujeres incluidos se realizará en función de la proporción de inscritos en el evento.

17

Conforme a los criterios de la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013), todos los participantes en el estudio fueron perfectamente informados y debían dar su consentimiento por escrito para participar en el estudio de investigación para cumplir con los criterios éticos de investigación en humanos (Anexo I).



Además, para garantizar la publicidad del estudio, así como el cumplimiento de garantías con la investigación en humanos, está registrado en la base de datos clinical trials con el código NCT03155633 ([www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov)). El proyecto de investigación fue aprobado por la Comisión Deontológica de la Universitat Jaume I el día 5 mayo de 2016 (Anexo II), este proyecto de investigación está dentro de los proyectos de investigación saludable Servei d'Esports UJI, siendo publicada la modificación del fichero en el DOGV nº 7993 con fecha 6/03/2017.

Num. 7993 / 06.03.2017 <div style="text-align: center;">   <b>DIARI OFICIAL</b>                      DE LA GENERALITAT VALENCIANA                 </div>	7781
<p style="text-align: center;"><b>Universitat Jaume I</b></p> <p><i>RESOLUCIÓ de 15 de febrer de 2017, del Rectorat, relativa a la creació i modificació de fitxers amb dades de caràcter personal en aplicació de l'article 20 de la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal. [2017/1727]</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Universitat Jaume I</b></p> <p><i>RESOLUCIÓN de 15 de febrero de 2017, del Rectorado, relativa a la creación y modificación de ficheros con datos de carácter personal en aplicación del artículo 20 de la Ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal. [2017/1727]</i></p>

Num. 7993 / 06.03.2017 <div style="text-align: center;">   <b>DIARI OFICIAL</b>                      DE LA GENERALITAT VALENCIANA                 </div>	7784
<p style="text-align: center;">ANNEX IV <i>Projectes d'investigació saludable-Servei d'Esports UJI</i></p> <p><i>Tipus de resolució</i> Modificació.</p> <p><i>Denominació anterior</i> Penyagolosa trail saludable.</p> <p><i>Finalitat i usos previstos</i> Els projectes d'investigació saludable-Servei d'Esports de l'UJI, pretenen aprofundir en el món de l'esport des d'un vessant saludable, entre d'altres per a les carreres de llarga durada com ara les proves d'ultradistància per muntanya o l'especialitat de marató (finalitats històriques, estadístiques o científiques).</p> <p><i>Origen de les dades</i> Col·lectiu: persones que realitzen activitat física i esportiva que siga d'interès per a les investigacions.</p> <p>Procedència: la mateixa persona interessada o el seu representant legal.</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO IV <i>Proyectos de investigación saludable-Servei d'Esports UJI</i></p> <p><i>Tipo de resolución</i> Modificación.</p> <p><i>Denominación anterior</i> Penyagolosa trail saludable.</p> <p><i>Finalidad y usos previstos</i> Los proyectos de investigación saludable-Servicio de Deportes de la UJI, pretenden profundizar en el mundo del deporte desde una vertiente saludable, entre otros para las carreras de larga duración como son las pruebas de ultradistancia por montaña o la especialidad de maratón (fines históricos, estadísticos o científicos).</p> <p><i>Origen de los datos</i> Colectivo: personas que realicen actividad física y deportiva que sea de interés para las investigaciones.</p> <p>Procedencia: el propio interesado o su representante legal.</p>

Las personas seleccionadas fueron distribuidas en tres grupos de trabajo en la fase de recuperación postmaratón, obteniéndose un grupo que realizó descanso y otros dos grupos que realizaron una intervención con ejercicio físico de componente aeróbico en la semana posterior a la maratón. Uno de estos dos grupos realizó una recuperación con una actividad física basada en la carrera y el otro con un trabajo de componente aeróbico basada en la ejecución de la carrera en una máquina elíptica.

El número de solicitudes de participación en el proyecto alcanzó las 463 (53 mujeres y 410 hombres), finalmente, teniendo en cuenta las características de los sujetos y su lugar de residencia (había que tener en cuenta que en la fase de recuperación se realizaban controles médicos y se intervenía en dos de los grupos de recuperación), se seleccionó el número de sujetos a participar en el estudio, así como una lista de espera provisional.

19

El número que finalmente se utilizó en el trabajo fue el siguiente, viéndose igualmente el número total de sujetos en cada momento del estudio. Existieron casos de abandono en el estudio por diferentes causas (salud, lesiones, imposibilidad laboral, retirado en carrera,...), en la tabla 1 se puede apreciar el número de casos en cada momento del estudio.

Basal	Ecocardiograma	Prueba de esfuerzo	Feria	Salida
103 casos	98 casos	98 casos	95 casos	94 casos
85H-18M	83H-15M	83H-15M	80H-15M	79H-15M

Meta	24h post	48h post	96h post	144h post	192h post
88 casos	87 casos	86 casos	86 casos	82 casos	87 casos
74H-14M	73H-14M	72H-14M	72H-14M	68H-14M	73H-14M

Tabla 1 Casos en el desarrollo del estudio. H=hombres; M=mujeres

La primera parte de la tabla, color azul claro, son los datos recogidos previamente a la realización de la prueba de maratón. Podríamos entender que son aquellos que nos informan del perfil del corredor. La segunda parte de la tabla, sombreada de otro color, son los datos que son recogidos una vez la prueba se inició y que nos aportan la información que muestra las modificaciones producidas por la influencia de una carrera de maratón en los corredores que toman parte en ella.

A continuación presentamos la distribución de los casos en los que se recogió información de los sujetos, teniendo en cuenta el número de veces que se incorporaron datos al estudio, tabla 2. Así se observa como un total de 88 casos finalizaron la prueba de maratón (3h34min47s ± 20min50s), de los cuales 74 eran hombres (3h31min03s ± 19min10s) y 14 mujeres (3h54min30s ± 18min27s), lo que teniendo en cuenta el número de sujetos que tomaron la salida 94, el índice de abandono es de 6,38%, lo que muestra que los corredores afrontan el maratón con garantías de éxito en la realización de la prueba, consiguiendo finalizar la misma el 93,61% de los que la inician.

Dos de los sujetos que finalizaron la carrera no aportaron datos al estudio en la meta, ya que la aglomeración de personas que se produjo en la línea de meta por la masiva llegada de corredores les llevó a una confusión y no encontraron el lugar donde se realizaban los controles. No obstante, estas dos personas continuaron posteriormente con la realización del proyecto realizando los correspondientes protocolos establecidos en el estudio.



Nº de veces de toma de datos	Nº de casos	Finaliza el maratón	Retirados en el maratón	Abandono del estudio por diferentes motivos	Descanso 35 casos	Carrera Continua 29 casos	Elíptica 24 casos
11	72 59H-13M	SI			32 26H-6M	22 18H-4M	18 15H-3M
10	14 13H-1M	SI			3 3H	6 6H	5 4H-1M
9	1 1H	SI					1 1H
8	1 1H	SI				1 1H	
5	4 3H-1M	NO	4				
4	3 3H	NO	2	1			
3	4 3H-1M	NO		4			
2	3 1H-2M	NO		3			
1	1 1H	NO		1			

Tabla 2 número de tomas de datos y sujetos en los momentos del estudio. H=hombres; M=mujeres

## Recogida de datos y muestras pre-carrera

Una vez seleccionados los participantes en el estudio (septiembre de 2016) se les facilitaron tres cuestionarios realizados con Google formularios. Uno de ellos fue creado para conocer los elementos de interés social, de estilo vida y de entrenamiento de los sujetos seleccionados y se realizó ad-hoc para el estudio (Anexo V). Otro de los cuestionarios se centraba en conocer su nivel de adicción al ejercicio, para lo cual se utilizó una herramienta ya validada, en este caso se utilizó el cuestionario EDS-R (Sicilia and González-Cutre, 2011) (Anexo III). Por último, al igual que en el caso de la adicción al ejercicio, para conocer su calidad de vida, se utilizó un cuestionario validado, en esta ocasión fue el cuestionario SF-12 (Vilagut et al., 2008) (Anexo IV).

Posteriormente se les dio cita para el día y la hora en la que llevar a cabo una primera exploración clínica en la unidad de Salud Deportiva Vithas Nisa del Hospital 9 de Octubre. En esta primera exploración se analizó la composición corporal del corredor a través de bioimpedancia con una Tanita MC-780 U (Tanita Corporation, Arlington Heights, IL) con 0,1kg de error, se realizaba una Ecocardiografía, para conocer la morfología del corazón, conocer su estado de salud y descartar posibles patologías y, por último, se procedía a la extracción de sangre en el laboratorio para conocer su estado basal en el inicio del estudio. Posteriormente se les facilitaba día y hora en la que realizaban una prueba de esfuerzo máximo en tapiz rodante, utilizando un analizador de gases Jaeger MasterScreen® CPX software system, en la que se valoraba su estado de condición física, sus parámetros biomecánicos de carrera (Optogait system), su respuesta cardiaca al esfuerzo, mediante un electrocardiograma de esfuerzo, y su nivel de consumo máximo de oxígeno mediante el análisis de gases.

Durante la prueba de esfuerzo se colocó un acelerómetro GENEActiv (Activinsights Ltd., Kimbolton, Cambridgeshire, United Kingdom) que proporcionó la información del tipo de intensidad de ejercicio ad-hoc en la prueba de esfuerzo, de este modo se podía extrapolar, indirectamente, el consumo energético en función de la intensidad del ejercicio realizado. A continuación, una vez finalizada la prueba de esfuerzo se les colocó un acelerómetro GENEActiv en la muñeca de la mano no dominante, de manera que registrara su estilo de vida y cantidad y calidad del ejercicio realizado durante una semana.

La siguiente toma de datos, como se ha mostrado en la tabla 1, se produjo en los dos días previos a la celebración del maratón (18 y 19 de noviembre). En la feria del corredor, celebrada en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, se ubicó un stand del proyecto en el que los corredores, una vez recogido su dorsal, pasaban y se realizaban las pruebas que a continuación se detallan.

- Toma de muestra de sangre. Sangre que se llevaba a los laboratorios del Hospital Vithas Nisa 9 de Octubre a la finalización de la recogida de las muestras.

23



- Peso. Sujeto con calzado deportivo, con ropa deportiva y mirada al frente, se realizaban dos medidas y se hacía la media, en el caso de que hubiera una desviación de más de 0,1kg, se procedía a realizar una tercera medida y se hacía la media de los valores que se mantenían en el rango de una diferencia de 0,1kg. Se utilizaron básculas de suelo digitales modelo SECA-770, con una precisión de 0,1kg. Este protocolo fue establecido para todas las tomas de medidas que se realizaron de esta variable.





- Salto Squat jump en plataforma de contacto ergojump (de Blas, Xavier et al., 2012). El salto se realizaba después de un calentamiento dirigido y se implementaba desde la posición de semi-sentadilla con las manos en la cadera. El sujeto ad-hoc tres saltos verticales y se anotaba el mejor resultado. Este protocolo fue establecido para todas las tomas de medidas que se realizaron de esta variable.



24

- Se les colocaba un acelerómetro triaxial GENEActiv en la muñeca izquierda, programado para iniciar la recogida de datos a las 21h de la noche previa a la salida del maratón. Este acelerómetro no se retirará hasta 192h después del día de la carrera.



- Se les facilitaba un pulsómetro Polar M-400 (Polar electro Oy, Kempele, Finland), personalizado con sus datos fisiológicos obtenidos en la prueba de esfuerzo, el cual debían llevar puesto el día de la carrera.



25

- Se les facilitaba un recipiente para que aportaran la primera orina del día del maratón en la salida.



El día del maratón (20 de noviembre) se recogió los últimos datos previos a la celebración de la prueba. La temperatura osciló entre los 19 y los 22°C y la humedad relativa estuvo entre el 40 y el 60%, la velocidad del viento media fue de 3,1 m/s (AEMET). Previo a la salida de la prueba se pesó a los participantes, siguiendo el protocolo ya definido anteriormente en la feria, y se recogió el recipiente con la primera orina de la mañana. Además se comprobó que el pulsómetro funcionaba correctamente y se verificó su puesta en marcha. Igualmente, se confirmó que el acelerómetro triaxial GENEActiv estaba colocado en la muñeca de la mano no dominante.

26



### Recogida de datos y muestras post-carrera:

La primera recogida de información se produce en la llegada a meta. Este momento es muy crítico y coincide con una gran ansiedad, cansancio y euforia de los corredores, por ello la atención y cuidados que deben aplicarse deben ser muy escrupulosos, atentos, rápidos y que tiendan a facilitar que se reduzca el estrés que se produce en esos momentos.

El equipo de trabajo se dividió en dos zonas, una justo al llegar a meta, para ordenar a los corredores que llegaban a meta y acompañarlos a la 2ª zona en la que se recogían las muestras para conocer los parámetros fisiológicos que se modificaban.



En la 2ª zona el corredor pasaba, por este orden, los siguientes puntos de control:

1. Se les asignaba grupo de intervención (Descanso, Carrera Continua, Máquina Elíptica)
2. Peso corporal.
3. Encuesta y exploración clínica sobre el estado de deshidratación
4. Salto Squat jump sobre plataforma de contacto ergojump.
5. Toma de muestra sanguínea
6. Muestra de orina. Se habilitaron dos servicios por la organización para que en la zona de recogida de muestras los corredores pudieran aportar la orina una vez llegados a meta.

Las muestras de orina y de sangre fueron llevadas al laboratorio del Hospital Vithas Nisa 9 de Octubre para su análisis.

La siguiente toma de datos se produjo al día siguiente de la carrera (21 de noviembre). Los corredores debían ir a los laboratorios de los Hospitales Vithas Nisa 9 de Octubre de Valencia o al Rey Don Jaime en Castellón, donde se procedía a una extracción de sangre para su análisis. Las muestras se analizaban en los respectivos laboratorios siguiendo los mismos protocolos establecidos en ambos laboratorios. Se les facilitaba un bote para recoger la primera orina del día siguiente.

A las 48h de la finalización de la carrera (22 de noviembre), los grupos establecidos para la intervención debían asistir a zonas determinadas. Así, los corredores que debían realizar la intervención con carrera continua, debían ir a la pista de atletismo del cauce del río Turia. Los corredores que tenían que realizar su intervención con máquina elíptica, podían ir al complejo

deportivo municipal la Patacona o al complejo deportivo municipal Alfajar. Los corredores que realizaban descanso en los siete días posteriores, podían asistir a cualquier lugar de los tres que por distancia o comodidad optaran, hecho que debía ser comunicado al equipo investigador, de manera que se pudieran llevar los materiales adecuadas para la realización de las tomas de muestras necesarias.



El horario de recogida de muestras fue de 16h a 20h y las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1. Squat jump con plataforma de contacto ergo jump.
2. Extracción de muestra de sangre
3. Recogida de la muestra de orina
4. Para los que realizaban descanso, entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 96 horas de la finalización del maratón
5. Colocación del pulsómetro Polar M-400 personalizado a los corredores que deben realizar una intervención. Ambos grupos, carrera continua y máquina elíptica, realizaron 30-35 min de trabajo aeróbico entre el 95% y el 105% de su umbral aeróbico, definido en su pulsómetro. Este trabajo se realizó en carrera continua o sobre la máquina elíptica.
6. Entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 96h de la finalización del maratón para los corredores que han realizado el trabajo aeróbico.

A las 96h de la finalización de la carrera (24 de noviembre), al igual que el día anterior, los grupos establecidos debían asistir a los lugares ya determinados. Así los corredores que debían realizar la intervención con carrera continua debían ir a la pista de atletismo del cauce del río Turia. Los corredores que tenían que realizar su intervención con máquina elíptica podían ir al complejo deportivo municipal la Patacona o al complejo deportivo municipal Alfafar. Los corredores que realizaban descanso en los siete días posteriores podían asistir, previo aviso, a cualquier lugar de los tres que por distancia o comodidad optaran.

El horario de recogida de muestras fue de 16h a 20h y las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1. Squat jump con plataforma de contacto ergo jump
2. Extracción de muestra de sangre
3. Recogida de la muestra de orina
4. Para los que realizaban descanso, entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 96h de la finalización del maratón

5. Colocación del pulsómetro Polar M-400 personalizado a los corredores que deben realizar una intervención. Ambos grupos, carrera continua y máquina elíptica, en esta ocasión realizaron 35-40 min de trabajo aeróbico entre el 95% y el 105% de su umbral aeróbico, definido en su pulsómetro. Este trabajo se realizó en carrera continua o sobre la máquina elíptica.

Entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 144h de la finalización del maratón para los corredores que han realizado el trabajo aeróbico.

30

A las 144h de la finalización de la carrera (26 de noviembre), los grupos establecidos, igualmente, debían asistir a los lugares ya determinados. Así los corredores que debían realizar la intervención con carrera continua debían ir a la pista de atletismo del cauce del río Turia. Los corredores que tenían que realizar su intervención con máquina elíptica podían ir al complejo deportivo municipal la Patacona o al complejo deportivo municipal Alfafar. Los corredores que realizaban descanso en los siete días posteriores podían asistir, previo aviso, a cualquier lugar de los tres que por distancia o comodidad optaran.

El horario de recogida de muestras fue de 10h a 14h y las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1. Squat jump con plataforma de contacto ergo jump
2. Extracción de muestra de sangre
3. Recogida de la muestra de orina
4. Para los que realizaban descanso, entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 144h de la finalización del maratón
5. Colocación del pulsómetro Polar M-400 personalizado a los corredores que deben realizar una intervención. Ambos grupos, carrera continua y máquina elíptica, la intervención fue de 40-45 min de trabajo aeróbico entre el 95% y el 105% de su umbral aeróbico, definido en su pulsómetro. Este trabajo se realizó en carrera continua o sobre la máquina elíptica.

Entrega de un bote para la recogida de orina del día que se cumplen 192h de la finalización del maratón para los corredores que han realizado el trabajo aeróbico.

A las 192h de la finalización de la carrera (28 de noviembre), los grupos establecidos, debían asistir a los laboratorios de los Hospitales Vithas Nisa 9 de Octubre de Valencia o al Rey Don Jaime en Castellón, donde se procedía a una extracción de sangre para su análisis y se entregaba el acelerómetro que llevaban puesto desde la feria del corredor, así como el bote de orina con la primera orina del día. Las muestras se analizaban en los respectivos laboratorios siguiendo los mismos protocolos establecidos. El acelerómetro, igualmente, era recogido por el equipo de investigación en el hospital correspondiente.

31

Posteriormente a toda la recogida de información, se hizo un proceso de recopilación de datos y se emitieron informes personalizados a todos los corredores participantes en el proyecto. Estos informes se dividieron en dos modalidades, una de ellas fueron los datos analíticos y resultados de las pruebas de esfuerzo detallados, completos y personales que estuvieron disponibles a partir del día 27 de diciembre, pudiendo pasar a recogerlos en la Unidad de Salud deportiva Vithas Nisa del Hospital 9 de Octubre, en la que además, se les interpretaba con detalle de sus resultados. La otra modalidad consistió en un informe personalizado de cada corredor detallando sus resultados más relevantes y comparados con el resto de participantes en el estudio, estos informes fueron enviados a partir del 15 de febrero de 2017.



**vithas hospital**  
Nisa 9 de Octubre



El día 20 de diciembre de 2016 se realizó una charla divulgativa de los resultados iniciales a los corredores participantes en la investigación.



### I. Parámetros analizados:

El conjunto de datos recogidos fue muy elevado 66.422 datos, 522 h de pulsómetro y 33.408 h de acelerómetro, aportando información relevante sobre las características de los corredores de maratón amateurs de 30 a 45 años y las modificaciones fisiológicas que se producen provocados por una carrera de maratón. Los parámetros analizados han sido:

- Perfil social del corredor
- Estado de calidad de vida
- Nivel de adicción al ejercicio
- Parámetros de hábitos de entrenamiento
- Parámetros antropométricos y sus variaciones
  - Peso, talla, índice de masa corporal, composición corporal, % grasa corporal
- Parámetros de condición física y sus variaciones
  - Nivel de Fuerza, nivel de resistencia ( $VO_2$ máx)
- Parámetros de estado de salud y sus variaciones
  - Salud cardiaca. Ecocardiografía, prueba de esfuerzo con análisis de gases y electrocardiograma de esfuerzo, análisis de sangre.

- Salud renal. Análisis de sangre y orina.
- Parámetros de distribución de la energía consumida
  - Análisis de la cantidad y la calidad del ejercicio realizado y su consumo energético en función de la hora del día y de la semana de trabajo.

Cabe citar con detalle los datos recogidos en algunos de los análisis realizados.

Análisis de sangre: Hemograma, Urea, Creatinina, Transaminasas (GOT y GPT), Enzima Creatin Kinasa (CK), Enzima lactato deshidrogenasa (LDH), Proteína C Reactiva (PCR), Troponina, Creatinina, Velocidad de sedimentación (VSG), en todas las tomas de muestra sanguínea. Se midió la Interleukina 6 (IL-6) en la feria y en la llegada.

Análisis de orina: Osmolaridad, Densidad, Ph, Células en sedimento, Bacteriuria en sedimento, Cristales en sedimento, Hematíes en sedimento, Leucocitos en sedimento, Creatinina, Microalbuminuria, Glucosa, Potasio, Proteinuria, Sodio, en todas las muestras de orina.

Prueba de esfuerzo: Respuesta del corazón al esfuerzo, Umbral aeróbico, Umbral anaeróbico, Consumo máximo de Oxígeno ( $VO_2$ máx).

Ecocardiografía: Morfología y funcionamiento del corazón.

Bioimpedancia: Composición corporal general y detallada por segmentos. Porcentaje de grasa corporal, porcentaje de agua y porcentaje de masa corporal.

Acelerometría: Distribución de la cantidad y calidad del ejercicio y valoración de la energía consumida.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software SPSS versión 23 (IBM corporation). Los valores con significación estadística eran aquellos que tenían una  $p < 0,05$ .

Por último, a todos los corredores que participaron en el estudio y no abandonaron, o abandonaron por causa de fuerza mayor debidamente justificada, la organización de la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp de 2017 les facilitó un código para la realización de la inscripción gratuita en la prueba de 2017.

El registro de datos se puede ver con detalle en la tabla 3, siendo un total de 66.422 datos los que se recogieron en el desarrollo del proyecto.

Basal	Feria	Salida	Meta	24h postmaratón	48h postmaratón	96h postmaratón	144h postmaratón	192h postmaratón
27617	4136	2300	6536	3306	5676	5676	5412	5481

Tabla 3 Datos registrados en cada momento de la recogida de información

Por otro lado, en la tabla 4 se presentan los datos que se registraron en el estudio distribuidos por las diferentes variables que se trataron.

Variable	Datos
Sangre	27018
Orina	15550
Cuestionarios	12772
Prueba de esfuerzo con Optogait	4356
Ecocardiograma	2352
Peso Corporal	1584
Bioimpedancia	1326
Saltos	1299
Encuesta de hidratación en meta	516
Talla	204
Índice de masa corporal	189
Horas de pulsómetro	522
Horas de acelerómetro	33408

Tabla 4 datos recogidos por variable de análisis

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

35

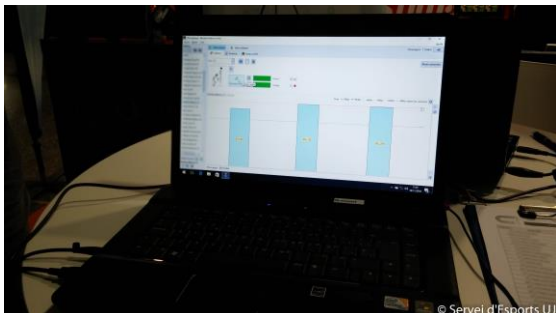
FASE 1: DISEÑO Y ORGANIZACIÓN ESTUDIO	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Aprobar el proyecto por la FTA y gestionar su contratación con la Universitat Jaume I		X					
Ponerse en contacto con la SD correcaminos. Organizador del evento		X	X	X	X		
Pasar por la comisión Deontológica el proyecto para su aprobación			X	X			
Gestionar la creación del archivo correspondiente para cumplir con la LOPD			X	X	X		
Contratación de personal para la coordinación logística y gestión de tareas del proyecto					X	X	X
Realización de los protocolos de cada prueba			X	X			
Establecer el canal de comunicación con los corredores participantes en el maratón			X				
Realizar la selección de participantes en el proyecto CRS				X			
Contactar con los participantes seleccionados			X				
Convocar una reunión informativa del proyecto a los participantes				X			
Adquisición del material necesario para la toma de muestras			X				
Establecer acuerdos o contratación de los servicios médico/sanitarios para la realización de análisis y pruebas médicas en centros especializados		X	X				
Captación de voluntariado para la fase de toma de datos				X	X		
Pruebas piloto para validar la tecnología y la metodología en la toma de muestras					X	X	
Establecer el mecanismo de funcionamiento del grupo de trabajo operativo				X			
Establecer el calendario y planes de actuación individualizados para la toma de muestras y realización de las pruebas médicas de los participantes seleccionados en el proyecto							X
Realizar la base de datos para volcar los datos que se recojan en cada análisis que se realice	X	X	X				

FASE 2: SEGUIMIENTO PRE-CARRERA	Sep 1ªsem	Sep 2ªsem	Sep 3ªsem	Sep 4ªsem	Oct 1ªsem	Oct 2ªsem	Oct 3ªsem	Oct 4ªsem	Nov 1ªsem	Nov 2ªsem
Contactar individualmente con cada participante seleccionado en el proyecto para cerrar el calendario de la toma de muestras y realización de las pruebas médicas. Cerrar hora y día de visita de la prueba médica, de la extracción de sangre y de la colocación del acelerómetro	X	X								
Reunión con los participantes en el proyecto para aclarar dudas y especificaciones particulares		X								
Atender cada una de las pruebas que se realicen el mes anterior a la salida de la Maratón de Valencia, así como la recogida de los acelerómetros		X			X	X				
Realización de la toma de muestras y visitas para pruebas médicas por parte de los participantes en el proyecto		X	X	X	X					
Vuelco de los datos recogidos en la primera toma de muestras en la base de datos creada a tal efecto	X					X	X			
Contactar con la SD Correcaminos para concretar el plan de actuación y distribución de espacios en el día de la feria del corredor y en la salida y llegada de la maratón								X		
Establecer las funciones de cada grupo de trabajo en el día de la feria del corredor y del día de la carrera						X	X			
Realizar una última prueba piloto								X		
Definir los materiales necesarios y su logística para el día de la feria del corredor y el día de la carrera			X	X						
Consensuar con la organización del maratón unos identificadores especiales para los corredores que participan en el proyecto y para las personas que forman parte de los grupos de investigadores en la carrera		X								
Toma de muestras el día previo a la Maratón de Valencia										X
Toma de muestras el día de la carrera Maratón de Valencia										X

FASE 3: SEGUIMIENTO POST-CARRERA	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días
Vuelco de los datos recogidos en la primera toma de muestras en la base de datos creada a tal efecto		X	X	X							
Contactar con los participantes que no han finalizado la prueba	X	X									
Contactar con los participantes que continúan el estudio	X	X	X	X	X	X	X				
Recogida de los datos analizados en los centros médicos					X	X	X	X	X	X	
Recogida de los acelerómetros							X				
Vuelco de los datos obtenidos en cada análisis a la base de datos						X	X	X	X	X	X

FASE 4: ANÁLISIS DATOS	Dic 2016	Ene 2017	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Tratamiento de los datos y contrastes de hipótesis		X	X	X	X	X			
Primer informe para los participantes en el estudio	X								
Informes científicos de los resultados									
Publicaciones de carácter internacional									
Divulgación científica de los resultados									
Divulgación social de la repercusión de los resultados obtenidos									

FASE 4: ANÁLISIS DATOS	Sep	Oct	Nov	Dic 2017	Ene 2018	Feb	Mar	Abr	May
Tratamiento de los datos y contrastes de hipótesis									
Primer informe para los participantes en el estudio									
Informes científicos de los resultados	X	X							
Publicaciones de carácter internacional			X	X	X	X	X	X	X
Divulgación científica de los resultados	X	X	X						
Divulgación social de la repercusión de los resultados obtenidos			X	X	X	X	X		



## RESULTADOS

### I. Perfil del corredor.

En la tabla 5 se puede observar el perfil de los corredores que participaron en el estudio y que aportan información relevante sobre algunas características de los corredores y las corredoras.

	Variable	Todos los sujetos (N = 98)	Hombres (N = 83)	Mujeres (N = 15)
Características fisiológicas *	Edad	38,72 ± 3,63	38,76 ± 3,65	38,50 ± 3,63
	IMC	22,87 ± 1,71	23,18 ± 1,48	21,32 ± 2,01
	% Grasa corporal	14,74 ± 3,25	13,81 ± 3,67	19,54 ± 4,16
	VO <sub>2max</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	54,53 ± 5,63	55,74 ± 5,14	48,27 ± 3,60
Indicadores de Entrenamiento *	Sesiones por semana	4,81 ± 0,86	4,90 ± 0,85	4,33 ± 0,81
	Kilometros por semana	63,16 ± 13,42	64,45 ± 13,21	55,66 ± 12,79
	Horas por semana	7,30 ± 2,67	7,46 ± 2,69	6,21 ± 2,27
Historia como maratoniano *	Maratones finalizados	3,28 ± 3,00	3,56 ± 3,09	1,92 ± 2,08
	Maratones por año	1,09 ± 0,61	1,21 ± 0,61	0,93 ± 0,59
	Tiempos del maratón <sup>§</sup>	3:34:47 ± 00:20:50	3:31:03 ± 00:19:10	3:54:30 ± 00:18:27
Intensidad de esfuerzo en el lugar de trabajo #	Alta intensidad	7,07%	8,43%	0%
	Media intensidad	31,31%	31,32%	31,25%
	Baja intensidad	61,61%	60,24%	68,75%
Estudios #	Graduado escolar	5,10%	4,87%	6,25%
	Educación secundaria	6,12%	6,09%	6,25%
	Formación profesional	16,32%	18,29%	6,25%
	Estudios universitarios	72,4%	70,73%	81,25%

Abreviaciones: N, número de sujetos; IMC, Índice de masa corporal; DS, Desviación estándar  
 \* Los valores son presentados como media ± DS  
 # Los valores son presentados como porcentaje de todos los sujetos, hombre y mujeres  
 § Los sujetos que aportan datos del tiempo en maratón son 88 sujetos (74 hombres y 14 mujeres)

Tabla 5 Descripción del perfil de los corredores participantes en el estudio

Del mismo modo, a continuación se presentan una serie de gráficos en los que se aprecia el perfil social, así como de los hábitos de entrenamiento de la muestra, no mostrados en la tabla 5 y sin diferenciación de sexo.



Vida en pareja:

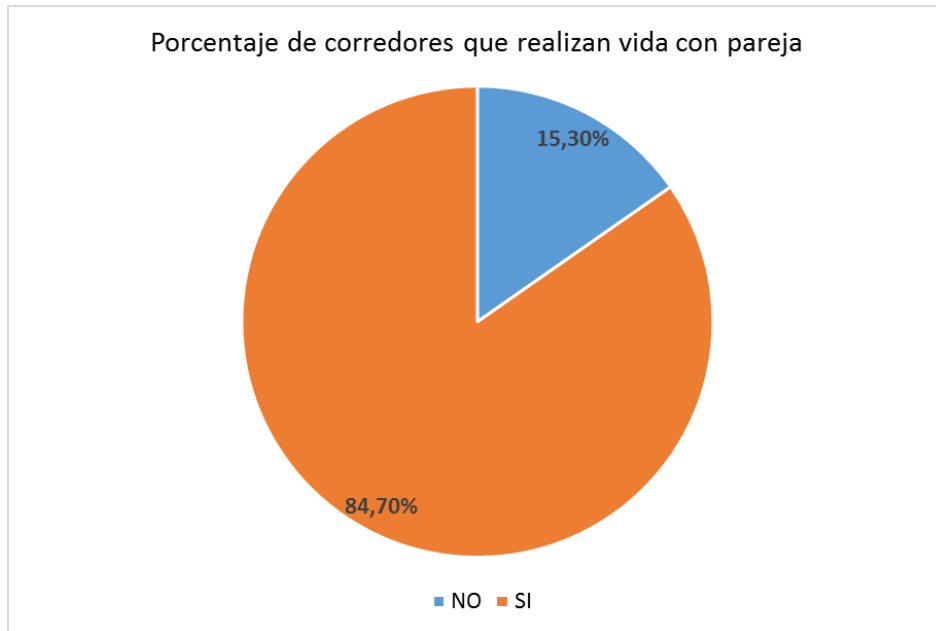


Gráfico 1 Porcentaje de corredores que realizan vida con pareja

Número de hijos:

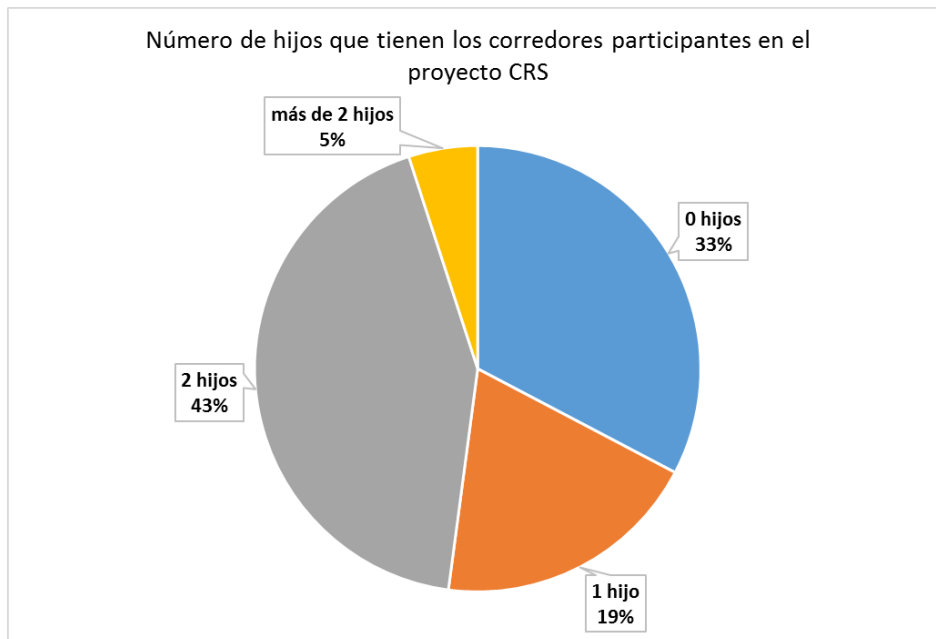


Gráfico 2 Número de hijos de los corredores

Años corriendo:

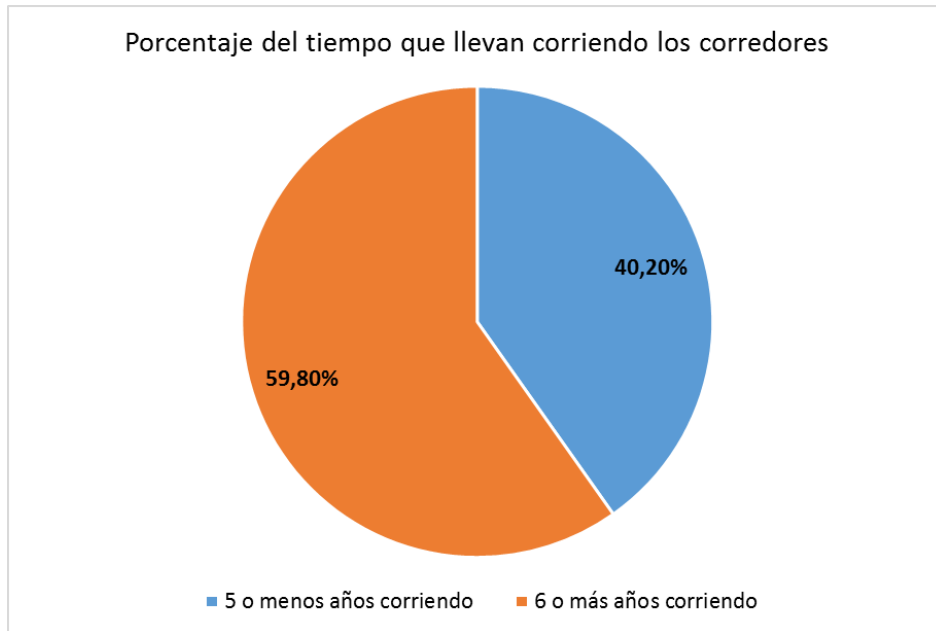


Gráfico 3 Porcentaje de corredores según el número de años que llevan corriendo

Superficie de entrenamiento:

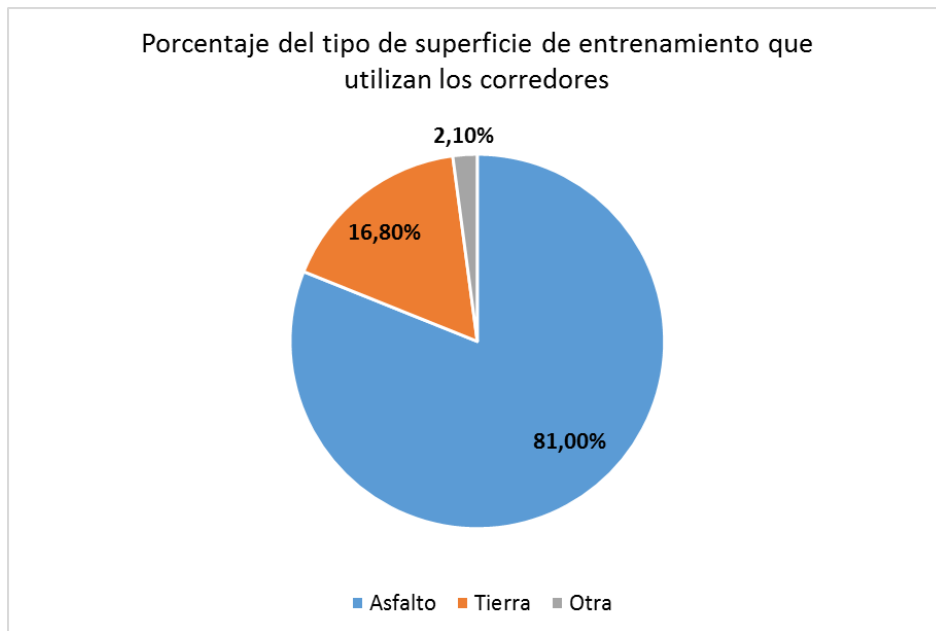


Gráfico 4 Porcentaje de corredores distribuidos por el tipo de superficie de entrenamiento

Nutricionista:

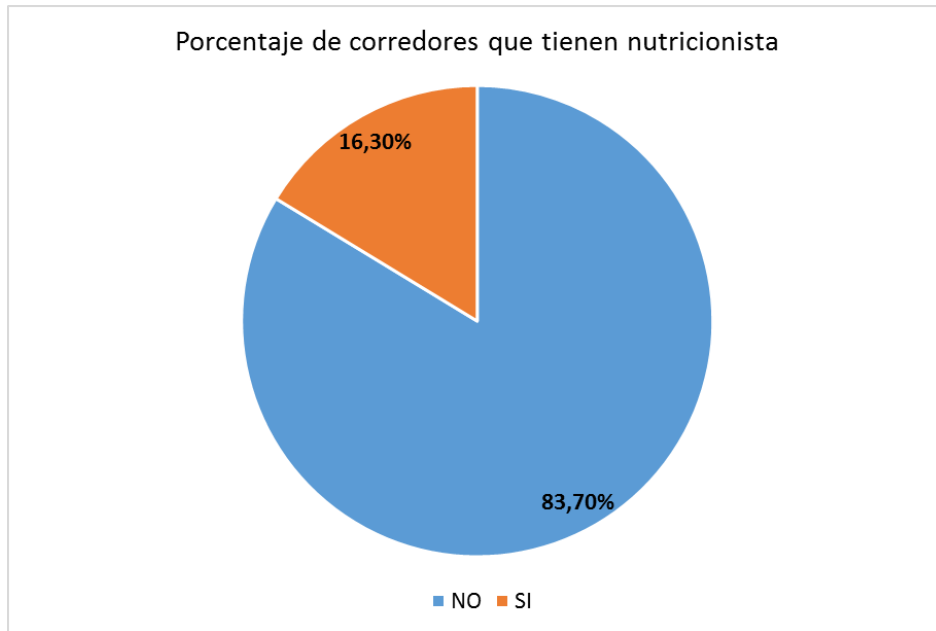


Gráfico 5 Porcentaje de corredores que tiene nutricionista

Entrenador:

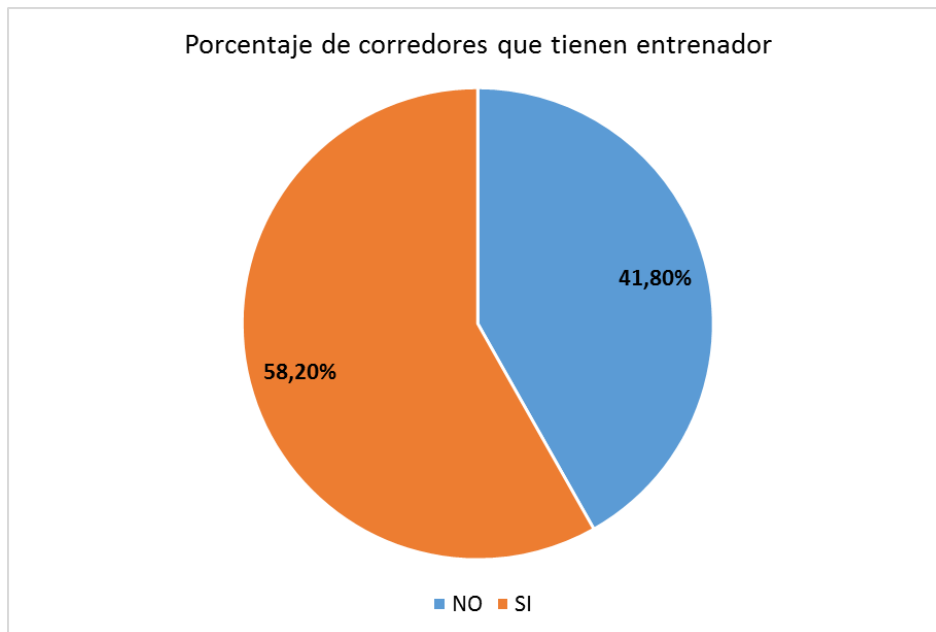


Gráfico 6 Porcentaje de corredores que tienen entrenador

Años con entrenador:

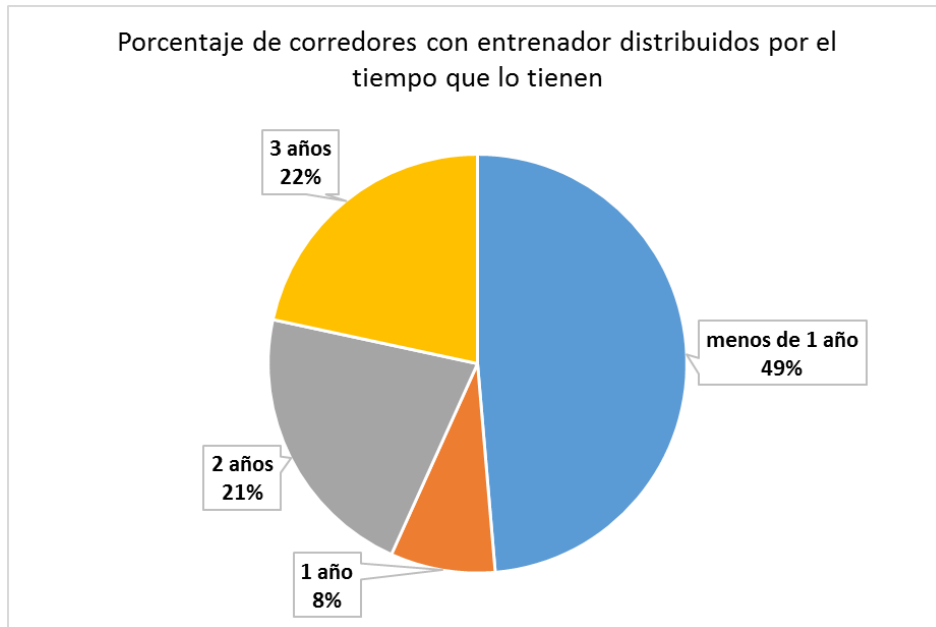


Gráfico 7 Porcentaje de corredores en función del número de años que tienen entrenador

Uso del gimnasio como medio de entrenamiento:

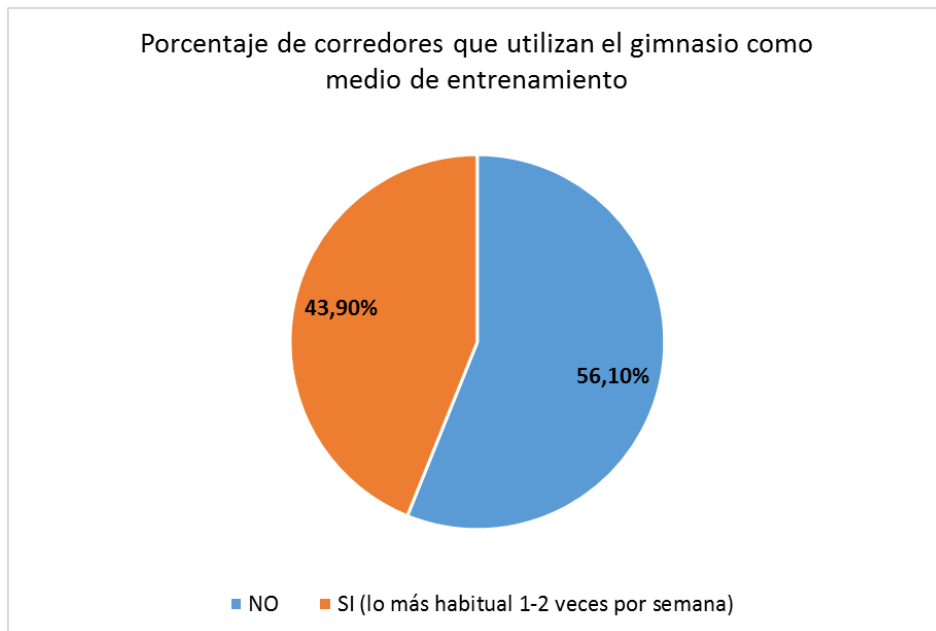


Gráfico 8 Porcentaje de corredores que usan el gimnasio como medio de entrenamiento

Uso de la natación como medio de entrenamiento:

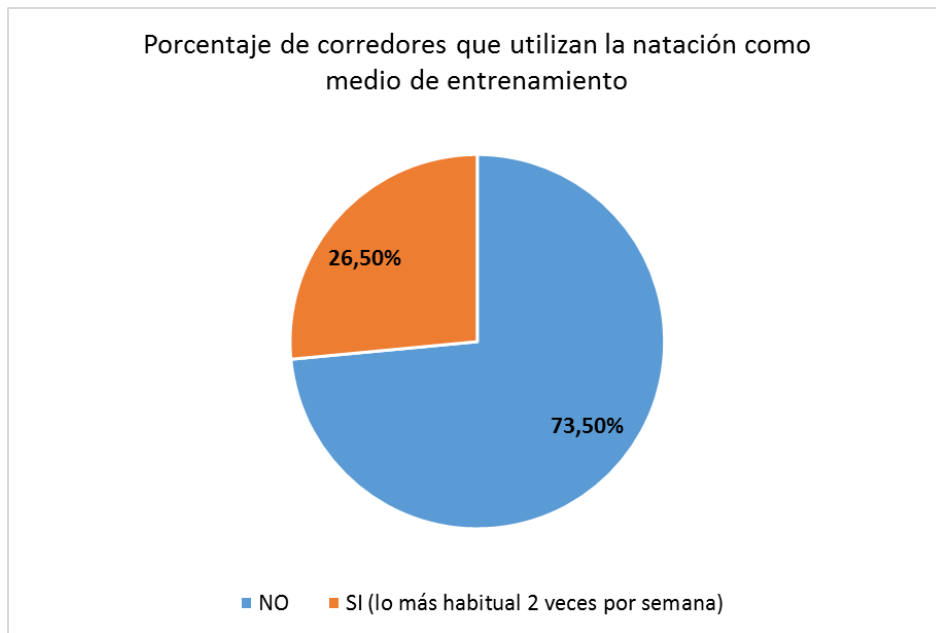


Gráfico 9 Porcentaje de corredores que usan la natación como medio de entrenamiento

Uso del ciclismo como medio de entrenamiento:

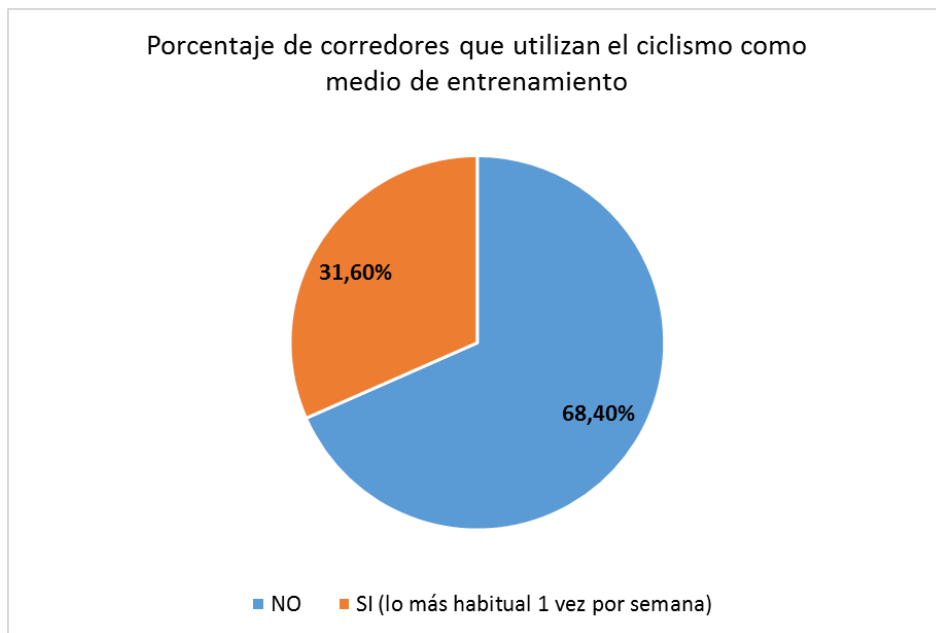


Gráfico 10 Porcentaje de corredores que usan el ciclismo como medio de entrenamiento

Corredores que utilizan el masaje en su programa de entrenamiento:



Gráfico 11 Porcentaje de corredores que usan el masaje en su programa de entrenamiento

Periodicidad de los masajes en los corredores que lo utilizan en su programa de entrenamiento:

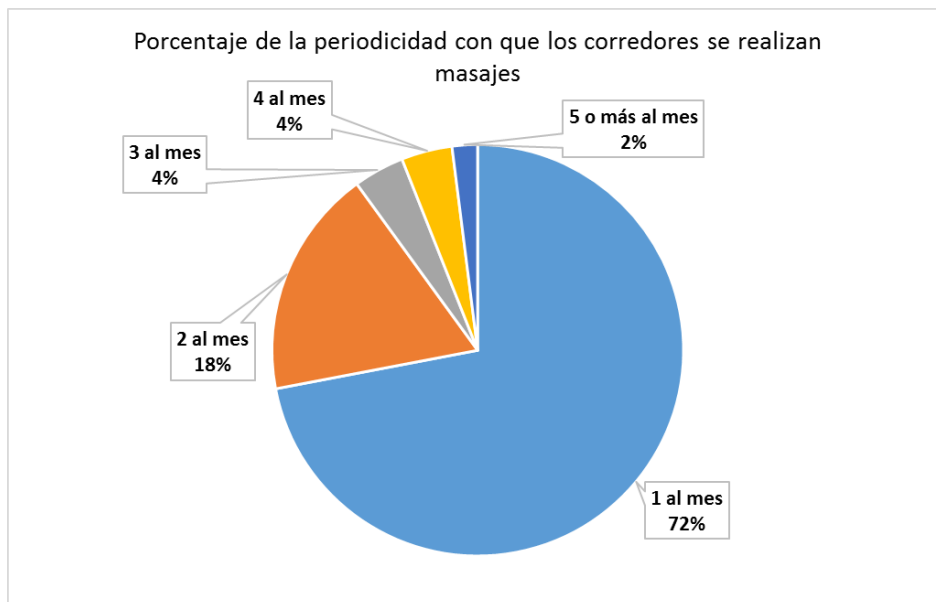


Gráfico 12 Distribución de los corredores en función de la periodicidad de los masajes

Número de maratones finalizadas:

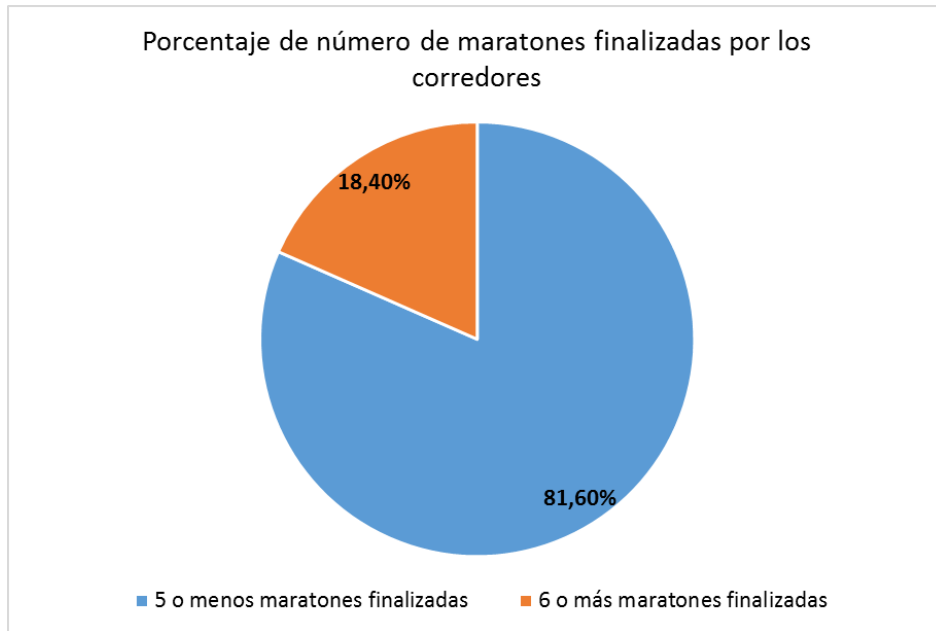


Gráfico 13 Distribución de los corredores en función del número de maratones finalizadas

Objetivo de la temporada:

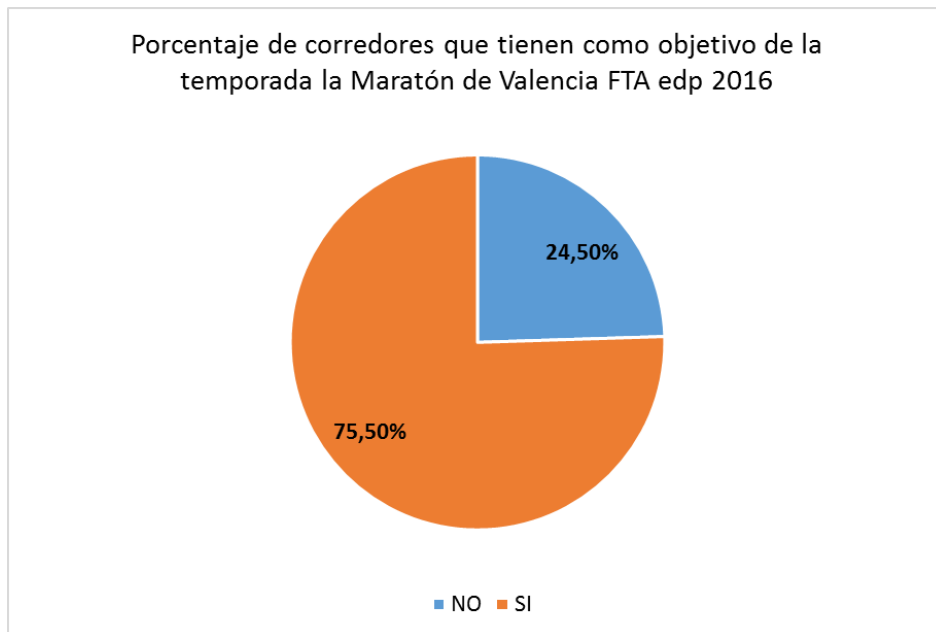


Gráfico 14 Porcentaje de corredores cuyo objetivo de temporada era el Maratón de Valencia FTA edp 2016

Días de descanso post maratón antes de iniciar el proceso de entrenamiento de nuevo:

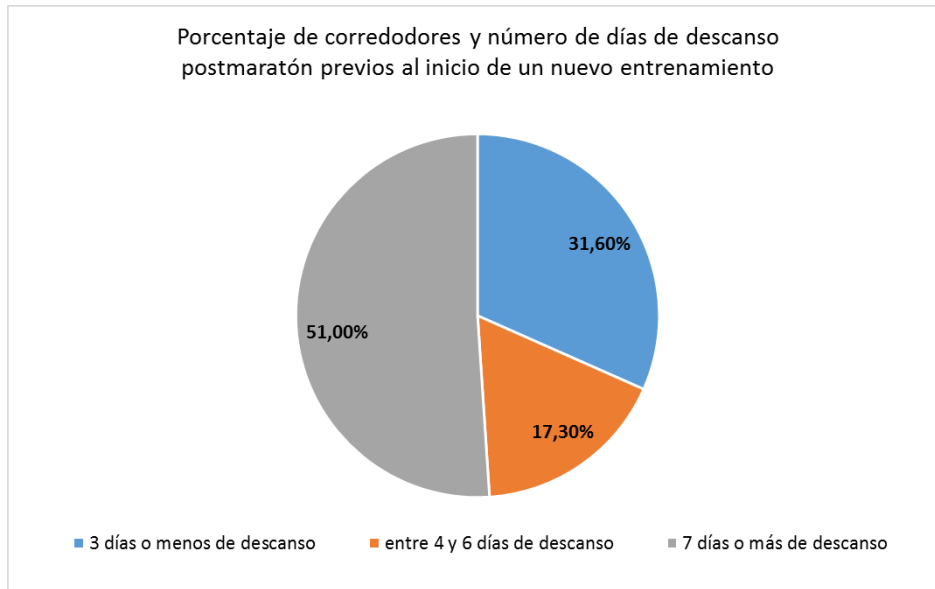


Gráfico 15 Distribución de los corredores en función de los días de descanso postmaratón

## II. Resultados referentes a la intensidad de la actividad física y consumo calórico.

El consumo calórico de una persona está condicionado por varios factores, pero principalmente influyen la edad, el sexo, el peso y el tipo de actividad física diaria que se realiza. En sujetos con una edad de 30 a 45 años y con un peso de 70kg, la cantidad de kcal consumidas en un día en estado de reposo absoluto, lo que se conoce con el nombre de Metabolismo Basal, es de aproximadamente 1680 kcal/día. Este valor se ve incrementado por el consumo energético que realizan las personas en su vida diaria, así, personas con un estilo de vida sedentario este valor no incrementa en gran medida, mientras que personas con un estilo de vida activo este incremento es mayor.

El incremento adicional de kcal consumidas va a depender del tiempo que dediquemos a la realización de actividades físicas. La intensidad en la que realizamos la actividad física, así como la duración de esa actividad física, son factores que determinan el consumo calórico de las personas. A este hecho se añade el tipo de actividad profesional que realizamos, lo que incrementa ese consumo calórico.



La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda, a personas entre 18 y 64 años, realizar al menos 150 minutos de ejercicio moderado a la semana o 75 minutos de ejercicio vigoroso a la semana, tendiendo a alcanzar los 300 minutos y 150 minutos como meta respectivamente (Organización Mundial de la Salud, 2010). Estos valores implican que en la persona de 70kg que hemos puesto de ejemplo, al menos debería consumir entre 875 y 2450 kcal/semana si es un hombre y en el caso de una mujer entre 700 y 2100 kcal/semana. Así, según la OMS, el consumo en kcal diarias para realizar el mínimo de actividad física que permita garantizar un buen estado de salud, debería oscilar entre 1805 y 2030 kcal/día en hombres, y entre 1780 y 1980 kcal/día en mujeres.

Con estas indicaciones pretendimos analizar el consumo calórico que realizan los corredores de maratón, para lo cual utilizando el acelerómetro GENEActivi, pudimos conseguir determinar su consumo en la semana de entrenamiento, previa a la maratón, en la carrera de maratón y en la semana posterior a la maratón.

Para su análisis se validaron 6 niveles de intensidad de la actividad física, estos niveles se pueden observar en la tabla 6.

Intensidad de la Actividad Física	Consumo Calórico Hombres	Consumo Calórico Mujeres
<b>Sedentaria</b>	<1,59 kcal/h	<1,38 kcal/h
<b>Ligera</b>	Entre 1,59 y <3,97 kcal/h	Entre 1,38 y <3,45 kcal/h
<b>Moderada</b>	Entre 3,97 y <7,15 kcal/h	Entre 3,45 y <6,21 kcal/h
<b>Vigorosa</b>	Entre 7,15 y <10,33 kcal/h	Entre 6,21 y <8,97 kcal/h
<b>Muy Vigorosa</b>	Entre 10,33 y <13,50 kcal/h	Entre 8,97 y <11,72 kcal/h
<b>Extremadamente Vigorosa</b>	≥13,50 kcal/h	≥11,72 kcal/h

Tabla 6 Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y el sexo

Con estos niveles de intensidad se obtuvieron los siguientes consumos calóricos.

**Semana basal**, semana de entrenamiento un mes previo a la celebración de la “Maratón Ciudad de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp”.

En el gráfico 16 se observa la distribución de la intensidad del esfuerzo en los diferentes días de entrenamiento. Además esta distribución está diferenciada en tres franjas horarias del día, de manera que se ajusten a los ritmos circadianos de la mayoría de la población. Así, se observa que los valores de kcal consumidas en las franjas horarias entre las 23 y las 7 h predomina en

gran medida la intensidad de sedentario. Se observa igualmente que las franjas de las 7 a las 15h parecen ser las más utilizadas por los corredores para entrenar. El gráfico muestra los valores medios de todos los sujetos por lo que las fechas no coinciden con el ajuste real y se han puesto para orientar el cambio de día. Los valores se pueden ver con detalle en la tabla 7.

Hora	Sedentario	Ligero	Moderado	Vigoroso	Muy Vigoroso	Extrem Vigoroso	kcal/ día
23-7h	699,99	34,17	6,88	0,41	10,84	19,99	
7-15h	543,77	276,66	111,64	7,11	77,68	112,59	
15-23h	545,21	262,01	115,17	16,89	71,98	150,57	3063,58
23-7h	692,24	48,65	11,25	0,64	6,89	23,95	
7-15h	540,36	275,14	90,94	27,72	49,61	206,22	
15-23h	558,73	254,80	97,25	4,96	51,44	132,81	3073,61
23-7h	697,55	37,19	18,15	3,08	7,76	2,41	
7-15h	496,93	265,52	129,75	41,23	201,59	416,99	
15-23h	569,72	243,94	87,60	5,22	62,06	83,16	3369,87
23-7h	699,42	39,19	10,90	0,00	0,55	4,42	
7-15h	498,56	272,29	130,54	27,75	168,01	424,62	
15-23h	584,22	238,29	67,98	3,37	40,73	34,45	3245,27
23-7h	699,31	38,33	9,17	0,00	1,10	13,22	
7-15h	512,45	273,90	115,05	16,73	129,59	372,86	
15-23h	575,35	231,73	75,84	6,16	58,73	115,58	3245,11
23-7h	700,16	34,08	5,52	1,73	9,73	21,33	
7-15h	544,52	272,41	90,67	20,71	95,54	136,59	
15-23h	564,66	243,43	93,91	3,63	49,22	137,65	3025,48
23-7h	695,52	41,89	12,19	0,44	11,70	14,74	
7-15h	572,05	216,67	86,14	6,31	52,76	122,52	
15-23h	584,46	182,88	72,26	5,20	59,21	173,21	2910,14
23-7h	699,89	19,48	7,39	0,00	0,27	9,80	
7-15h	617,75	140,33	50,08	7,53	38,50	43,21	
15-23h	635,10	106,82	43,53	6,55	13,42	64,94	2504,58

Tabla 7 Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y la franja horaria del día. Semana basal

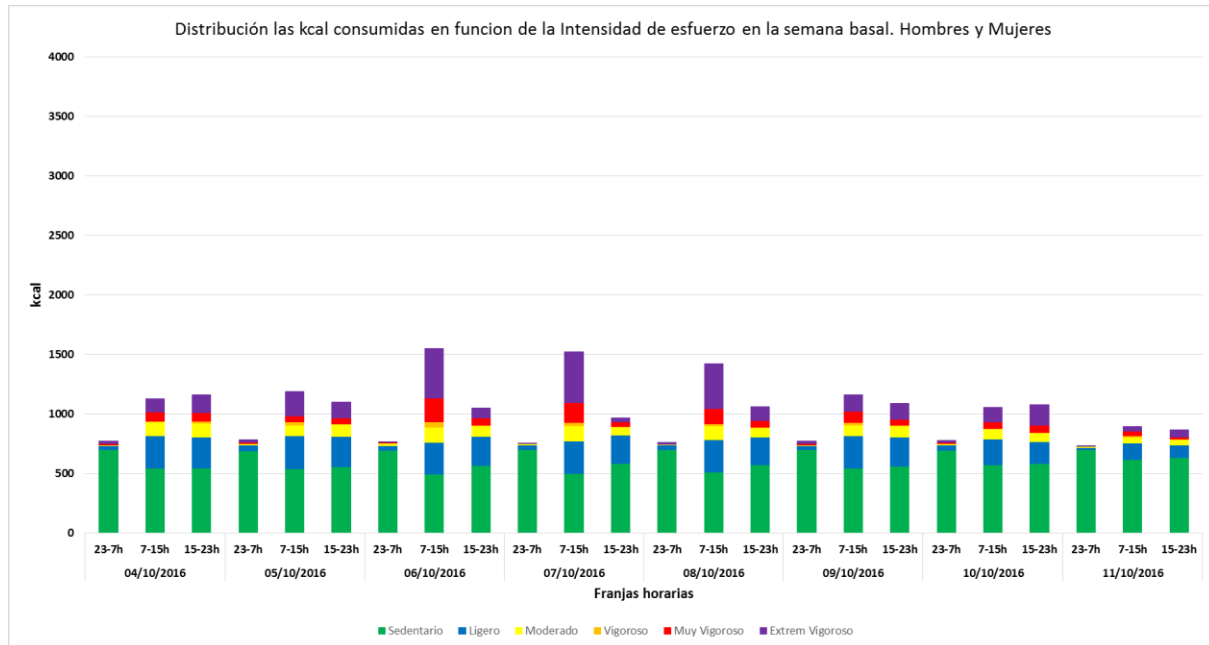


Gráfico 16 kcal consumidas en función de la intensidad del esfuerzo en la semana basal

**Semana maratón**, semana que se inicia en la noche antes de la salida de la “Maratón Ciudad de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp” y que finaliza su recogida de datos 8 días después.

En el gráfico 17 se observa la distribución de la intensidad del esfuerzo en los diferentes días de la semana de la prueba de maratón. Es relevante destacar el consumo calórico que se produce en la franja horaria en la que se disputa la carrera, siendo además la actividad extremadamente vigorosa la que consume mayor cantidad de kcal. Es de destacar los consumos energéticos producidos durante la semana posterior siendo consumos energéticos que no llegan a las 3000 kcal diarias. Los valores se pueden ver con detalle en la tabla 8.

Hora	Sedentario	Ligero	Moderado	Vigoroso	Muy Vigoroso	Extrem Vigoroso	kcal/ día
23-7h	673,26	76,94	27,27	0,28	0,00	0,00	
7-15h	212,63	289,01	234,26	175,55	799,52	2074,43	
15-23h	631,85	163,26	29,17	0,00	0,00	0,00	5387,42
23-7h	710,64	10,55	1,63	0,00	0,00	0,00	
7-15h	585,52	245,39	62,64	0,00	0,00	0,00	
15-23h	589,12	242,65	51,99	0,00	0,00	0,00	2500,13
23-7h	695,83	38,52	8,67	0,00	0,00	0,00	
7-15h	591,16	238,52	51,38	0,31	0,84	0,97	
15-23h	575,92	240,20	112,18	0,89	0,85	1,97	2558,20
23-7h	695,16	39,28	9,69	0,28	0,69	0,00	
7-15h	584,16	246,09	66,89	0,00	0,00	0,00	
15-23h	587,61	233,17	76,61	0,41	0,70	0,33	2541,07
23-7h	691,33	47,11	10,77	0,00	0,00	0,00	
7-15h	579,40	245,98	87,13	0,00	0,00	0,00	
15-23h	564,74	262,20	114,82	0,56	1,95	0,89	2606,88
23-7h	706,79	16,98	5,16	0,00	0,00	0,00	
7-15h	562,71	269,33	111,07	0,00	0,00	0,46	
15-23h	549,95	296,76	109,64	0,00	0,42	0,00	2629,27
23-7h	678,44	69,93	20,26	0,00	0,00	0,00	
7-15h	546,69	291,17	126,00	8,21	6,78	2,81	
15-23h	590,26	235,45	62,30	0,00	0,36	0,00	2638,66
23-7h	689,80	48,41	14,85	0,00	0,00	0,00	
7-15h	609,14	189,72	61,27	0,28	11,50	13,27	
15-23h	633,39	159,58	30,98	0,00	0,00	0,00	2462,20

**Tabla 8** Consumo calórico en función de la intensidad de la Actividad Física y la franja horaria del día. Semana maratón

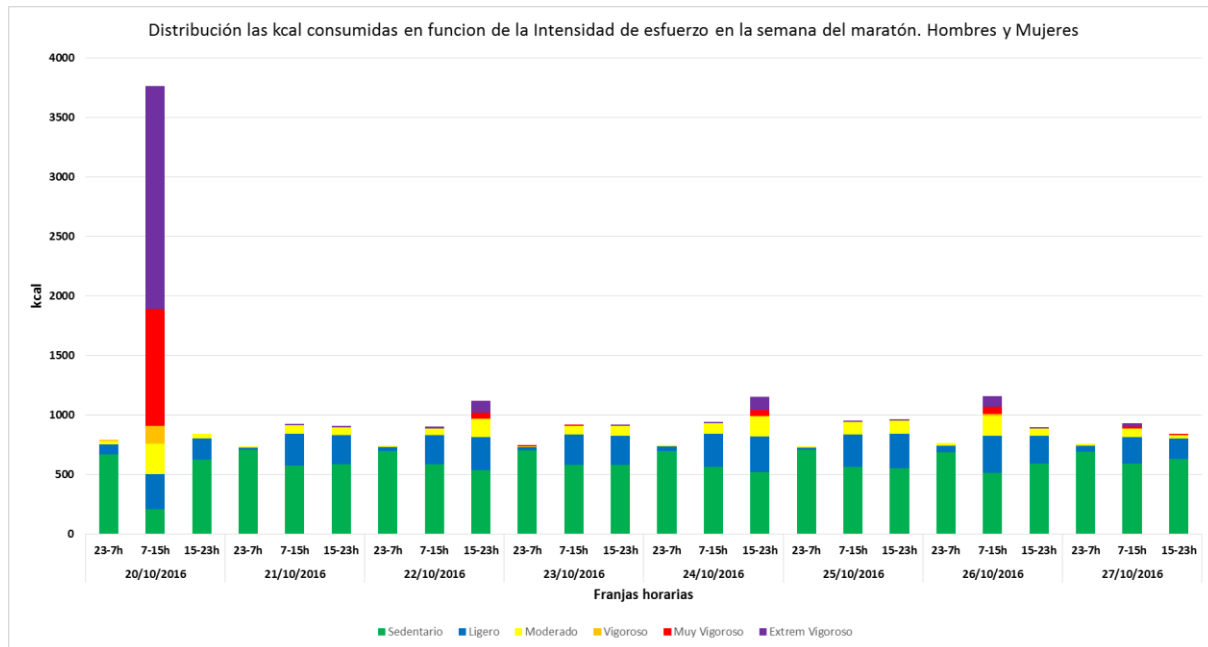


Gráfico 17 kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón

Por último presentamos los gráficos 18, 19 y 20 de consumos calórico de los grupos de recuperación de carrera continua, máquina elíptica y descanso, respectivamente. En ellos se aprecian los momentos de intervención ad-hoc. Además se observa como la intervención en carrera continua sí muestra un claro incremento en el consumo calórico respecto a la máquina elíptica y al descanso, por lo que sí muestra diferencias significativas en el consumo calórico respecto los otros modelos de intervención.

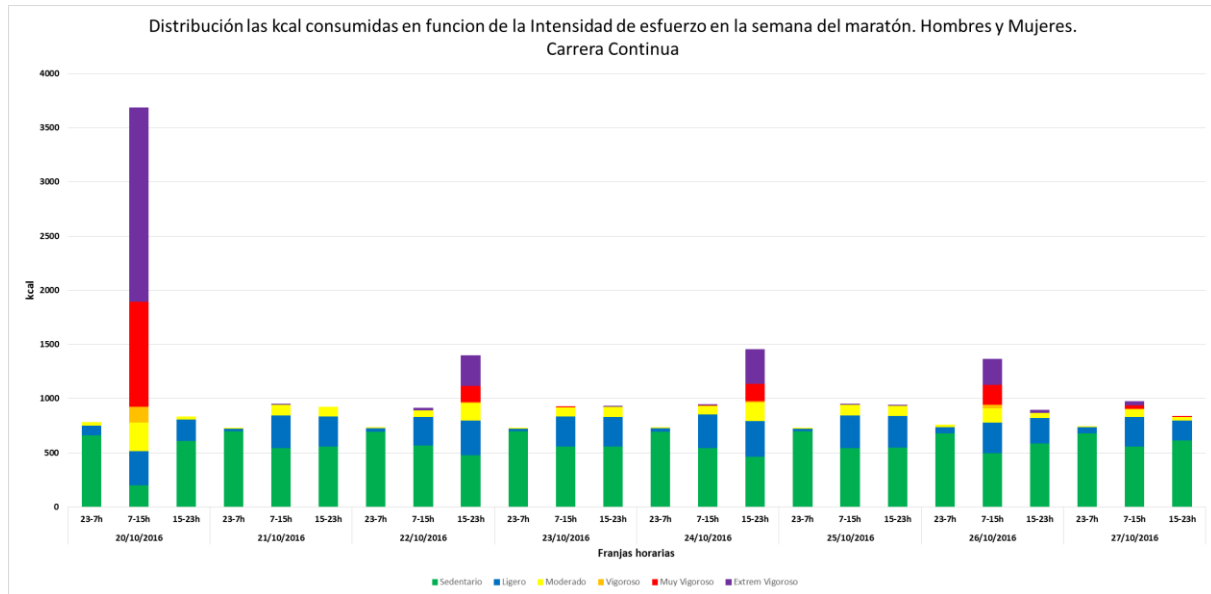


Gráfico 18 kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención de carrera continua.

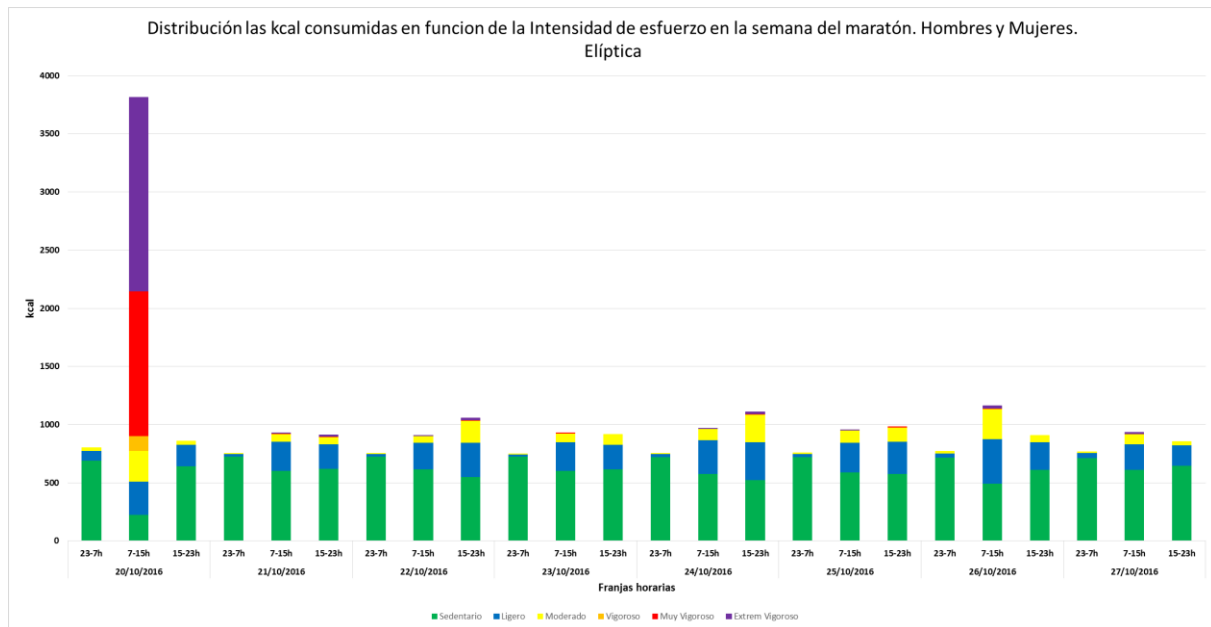


Gráfico 19 kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención elíptica.

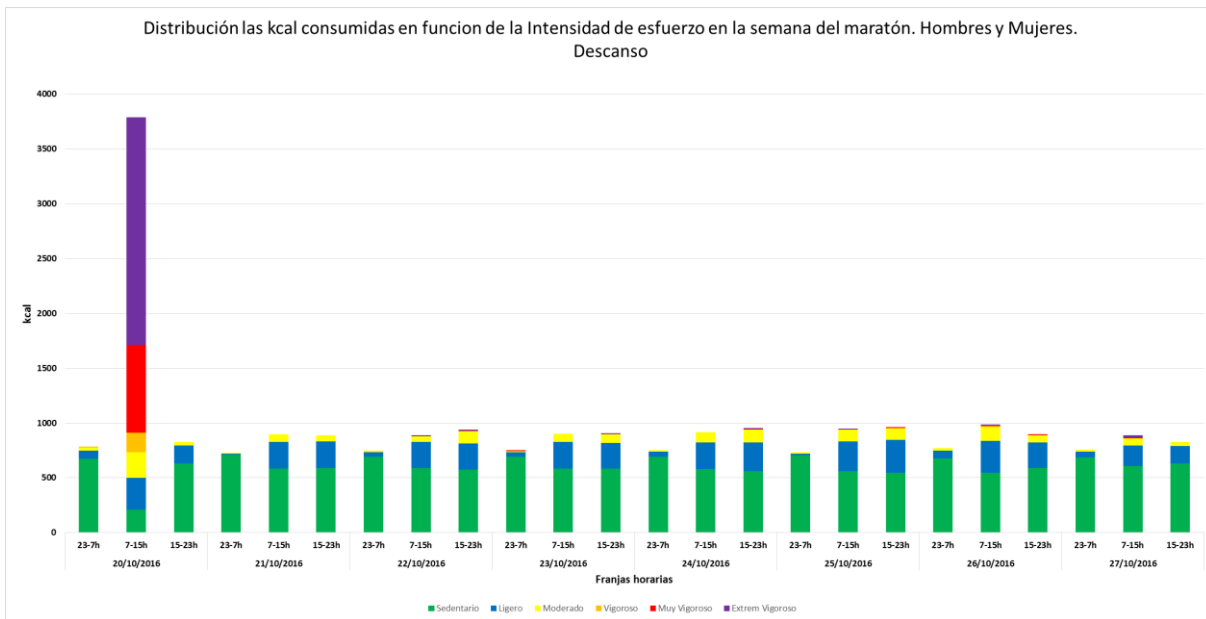


Gráfico 20 kcal consumidas la semana de la realización de la carrera de maratón. Grupo de intervención descanso.

Para finalizar este análisis, lo realizamos relativizando los resultados. Para ello calculamos el consumo calórico en unidades de kcal/kg/h de manera que se puedan comparar los resultados en la semana post maratón y detectar las diferencias en niveles de intensidad entre los tres grupos de intervención. En el gráfico 21 se observa las diferencias existentes entre los tres grupos, de manera que los corredores que realizan carrera continua consumen más kcal/kg/h que los corredores que hacen elíptica  $1,84 \pm 0,10$  vs  $1,73 \pm 0,11$  ( $p < 0,01$ ) y más que los corredores que hacen descanso  $1,84 \pm 0,10$  vs  $1,71 \pm 0,10$  ( $p < 0,001$ ). Por el contrario los corredores que hacen elíptica no presentan diferencias significativas en el consumo calórico respecto los corredores que realizan descanso. Esto indica que las actividades ad-hocs con elíptica no suponen un gasto energético significativamente superior a los corredores que realizan descanso. Sin embargo, podemos afirmar que la carrera continua supone un gasto energético significativamente superior al realizado con máquina elíptica o en estado de reposo.

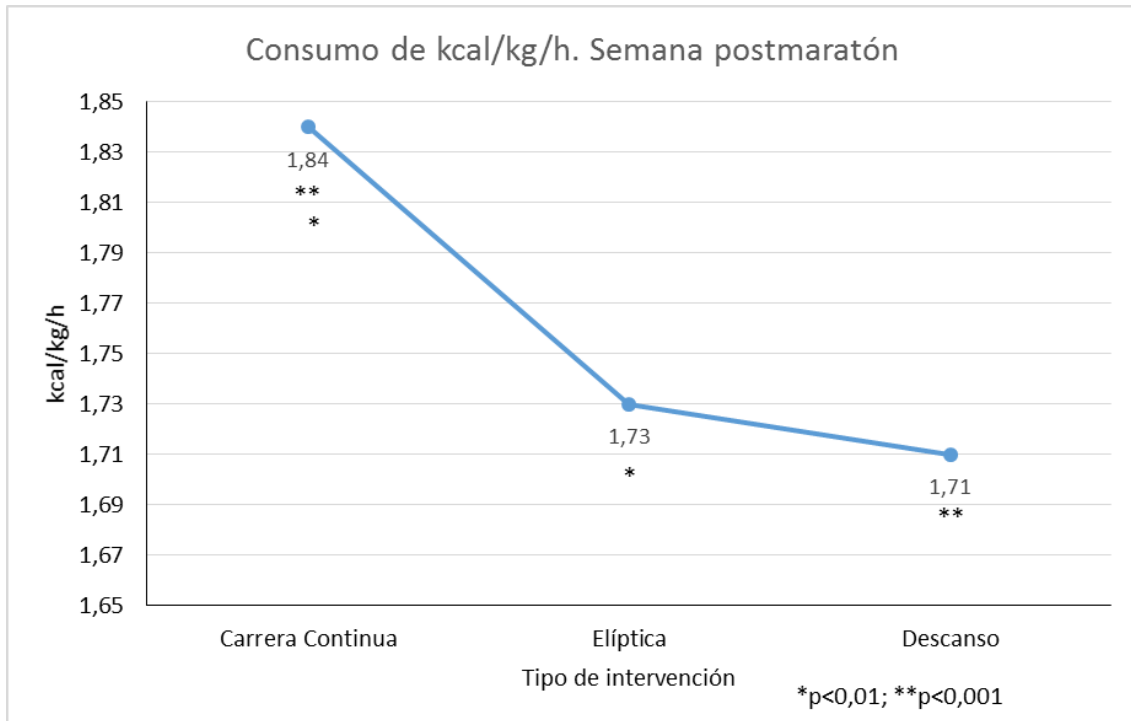
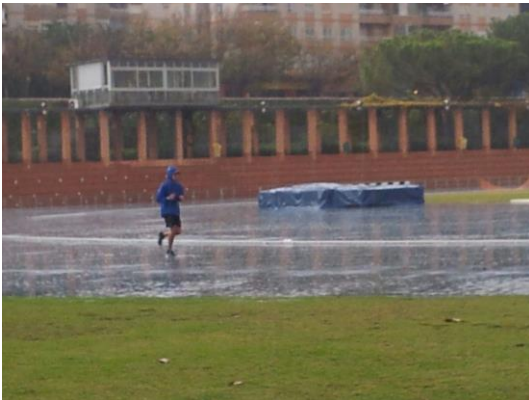


Gráfico 21 Diferencias en el consumo calórico entre los tres grupos de intervención postmaratón en kcal/kg/min





### III. Resultados Nefrológicos



Recientemente han sido publicados trabajos científicos que alertan sobre la aparición de fracaso renal agudo en maratonianos. Nuestro trabajo investiga este tipo de alteraciones en una cohorte más amplia y la primera de estas características que combina datos clínicos con resultados sanguíneos de marcadores bioquímicos e inflamatorios, y datos urinarios de alteraciones renales estructurales. Es además el primero que evalúa de modo prospectivo el proceso de recuperación e investiga la influencia sobre el mismo de tres tipos de intervención postcarrera.

## Resultados generales

- Un total de 74 (84,1%) varones y 14 (15,9%) mujeres fueron incluidos.
- El índice de masa corporal medio fue de  $23,1 \pm 1,7$  kg/m<sup>2</sup> y la edad media de  $39 \pm 4$  años.
- El tiempo medio de carrera fue de  $214 \pm 20,8$  minutos.
- La temperatura era de  $15,6$  °C, con una humedad relativa del 40-60% y una velocidad de viento media de  $3,1$  m/s durante el evento deportivo.

En la tabla 9 se muestran las características de la población estudiada.

	Valores
<b>Edad (años)</b>	39 ± 4
<b>Varón (sexo)</b>	74 (84,1%)
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,1 ± 1,7
<b>Hipertension</b>	1 (1,14%)
<b>Diabetes mellitus tipo 1</b>	1 (1,14%)
<b>Fumador</b>	5 (5,7%)
<b>Uso habitual de anti-inflamatorios no esteroides</b>	14 (15,9%)
<b>Días de descanso habitual tras carreras de 10 km,</b>	6,5 (3-7)
<b>Uso de bebidas isotónicas durante la maratón</b>	63 (71,3%)
<b>Ingesta total de agua durante la maratón (litros)</b>	1,6 ± 0,5
<b>Pérdida de peso durante la maratón (kg)</b>	2,11 ± 0,87
<b>Sequedad de mucosa oral y conjuntiva</b>	56 (63,3%)
<b>Signo del pliegue positivo</b>	14 (16%)
<b>Calambres en carrera</b>	19 (21,3%)

Tabla 9: Características de los participantes Nota: Las variables continuas se muestran como media ± desviación estándar o media (Rango intercuartílico) según su distribución normal o no. Las variables categóricas se muestran como porcentaje.

Abreviaturas: IMC (Índice de masa corporal).

En la tabla 10 se muestran las modificaciones observadas en los parámetros principales a lo largo del seguimiento previo a la separación por grupos de recuperación. Cabe destacar que la proteína C reactiva y la hemoglobina son los dos únicos parámetros cuya diferencia de media antes y después del ejercicio no cumple la significación estadística considerada necesaria a lo largo de todo el estudio para poder establecer asociaciones ( $p < 0,05$ ). La hemoglobina muestra una ligera reducción que sí es significativa desde el punto de vista estadístico pero sin relevancia clínica en el día 2.

A diferencia de la hemoglobina, otros marcadores de deshidratación y consecuente hemoconcentración sí muestran variaciones estadísticamente significativas al comparar los valores medios a la salida y a la llegada. Así, a la llegada observamos un incremento de albúmina y reducción de la cantidad de sodio urinario (el riñón sano en respuesta a la pérdida de líquido corporal, intenta retener sodio y con él agua, emitiendo una orina más concentrada, de menor cuantía y con menor cantidad de sodio disuelto). Sin embargo, ambos recuperan valores normales a las 48h.

Encontramos también cambios que reflejan alteraciones glomerulares (del oville vascular intrarrenal que filtra la sangre para dar lugar a la orina primitiva) transitorias como el incremento en el índice albúmina-creatinina en orina y la positivización de la microhematuria, o lo que es lo mismo la presencia de hematíes en la orina.

El ácido úrico y la LDH (lactato deshidrogenasa, enzima intramuscular) alcanzan un pico a la llegada para posteriormente decaer en el día 2, pero permaneciendo más altos que los niveles basales. La CK (creatinin-kinasa, enzima intramuscular) sin embargo, no alcanza su máximo a la llegada sino a las 24h de la misma, permaneciendo posteriormente elevada aún en el día 2. Estos tres parámetros traducen destrucción de células musculares con liberación de su contenido a la circulación sanguínea, de ahí la importancia de observar sus oscilaciones con el ejercicio físico de alta intensidad.

Finalmente, tanto los leucocitos como los neutrófilos (células sanguíneas mediadoras de la respuesta inflamatoria defensiva frente a agresiones al medio interno), sufren un incremento con la carrera, alcanzando su máximo a la llegada y volviendo a valores basales en el día 2. De manera concordante la IL-6 (Interleuquina-6), como molécula implicada en la cascada inflamatoria puesta en marcha por la activación de los leucocitos, sufre un importante incremento a la llegada (gráfico 22), a diferencia de lo que ocurre con la proteína C reactiva (PCR), que es un marcador

inflamatorio clásico, menos sensible, empleado en la clínica habitual para evaluar la respuesta a infecciones y enfermedades reumatológicas. Este marcador permanece inalterado pese a existir una clara respuesta inflamatoria objetivada por los otros marcadores, lo que sugiere la activación de mecanismos diferentes de los presentes en situación de enfermedad o bien de una elevación más tardía como se aprecia a las 24 horas de la llegada, o como tercera opción una menor sensibilidad de éste parámetro, lo que abre la hipótesis de estudios comparativos sobre su eficacia para detectar una rápida respuesta inflamatoria en sujetos sanos.

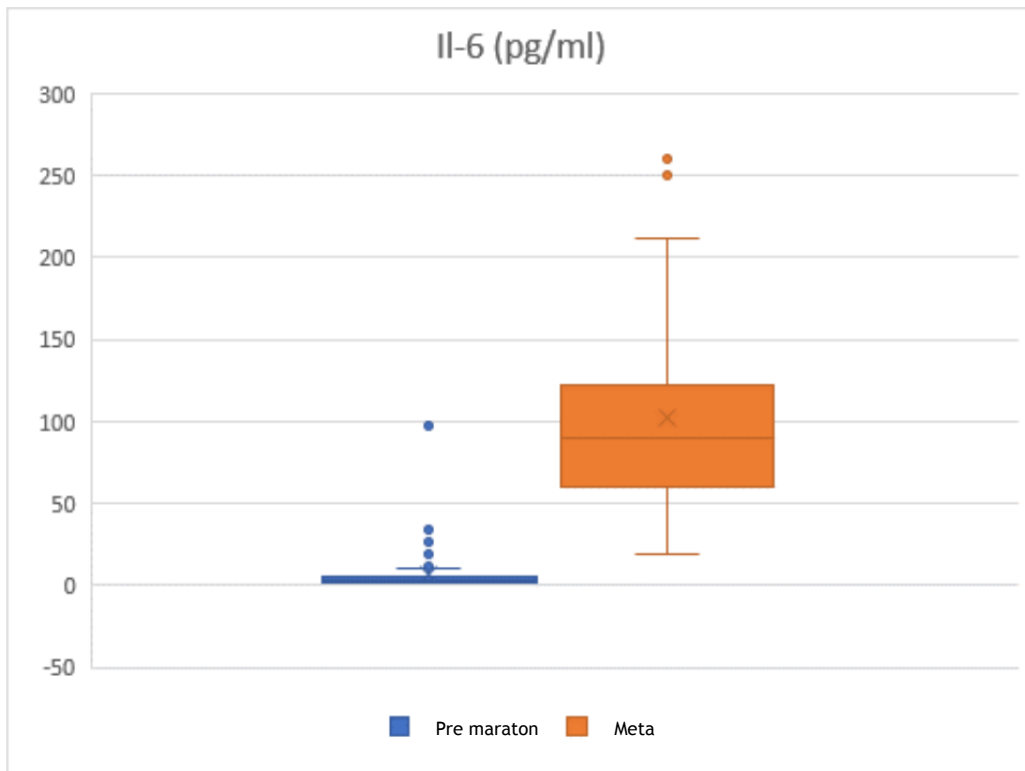


Gráfico 22 Modificación de la Il-6 antes y después de la maratón

	Día 0: Premaratón	Llegada a meta	Día 1: 24 horas postmaratón	Día 2: 48 horas postmaratón	p <sup>a</sup>
<b>Hemoglobina (g/dl)</b>	14,67 ± 0,11	14,93 ± 0,19	NA	13,86 ± 0,10 <sup>b</sup>	<0,001
<b>Leucocitos (10<sup>9</sup>/L)</b>	7,20 ± 0,20	17,33 ± 0,53 <sup>b</sup>	NA	7,31 ± 0,15	<0,001
<b>Neutrófilos (10<sup>9</sup>/L)</b>	4,14 ± 0,15	14,70 ± 0,45 <sup>b</sup>	NA	3,78 ± 0,10	<0,001
<b>PCR (mg/dl)</b>	0,089 ± 0,25	0,085 ± 0,27	1,30±0,52 <sup>b</sup>	0,70±0,31 <sup>b</sup>	<0,001
<b>Il-6 (pg/ml)</b>	6,35 ± 11,69	102,65 ± 55,43 <sup>b</sup>	NA	NA	<0,001
<b>Creatinina (mg/dl)</b>	0,96 ± 0,15	1,33 ± 0,24 <sup>b</sup>	0,94 ± 0,16	1,01 ± 0,15 <sup>b</sup>	<0,001
<b>FG (ml/min)</b>	83,87 ± 18,26	53,08 ± 13,60 <sup>b</sup>	86,62 ± 18,83	77,22 ± 17,91 <sup>b</sup>	0,02
<b>Urea (mg/dl)</b>	34,77 ± 0,89	44,44 ± 0,97 <sup>b</sup>	39,95 ± 1,01 <sup>b</sup>	36,70 ± 0,99	<0,001
<b>CK (UI/L)</b>	160,63 ± 8,91 <sup>b</sup>	415,58 ± 31,71 <sup>b</sup>	1482,20 ± 178,08 <sup>b</sup>	834,51 ± 122,66 <sup>b</sup>	<0,001
<b>LDH (UI/L)</b>	193,30 ± 8,28 <sup>b</sup>	327,07 ± 7,09 <sup>b</sup>	243,13 ± 6,61 <sup>b</sup>	257,71 ± 6,15 <sup>b</sup>	<0,001
<b>Ácido úrico (mg/dl)</b>	4,53 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,86 ± 0,16 <sup>b</sup>	NA	4,70 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,03
<b>Albumina (g/dl)</b>	4,71 ± 0,03	4,95 ± 0,06 <sup>b</sup>	NA	4,67 ± 0,04	0,001
<b>Sodio urinario (mmol/l)</b>	94,04 ± 4,72	47,28 ± 3,55 <sup>b</sup>	NA	101,14 ± 6,58	<0,001
<b>Microalbuminuria (mg/l)</b>	3,8±4,21	92,4±308,52 <sup>b</sup>	NA	2,39±3,19	<0,001
<b>Índice albúmina-creatinina en orina (mg/g)</b>	3,28 ± 0,58	34,26 ± 10,01 <sup>b</sup>	NA	2,53 ± 0,59	0,009
<b>Microhematuria</b>	5 (6%)	29 (34,5%) <sup>b</sup>		3 (3,7%)	<0,001

Tabla 10: Evolución temporal de los principales parámetros estudiados. Nota: Las variables continuas se muestran como media ± desviación estándar o media (Rango intercuartílico) según su distribución normal o no, Las variables categóricas se muestran como porcentaje. Los parámetros posteriores a la llegada fueron corregidos por la caída de volumen sanguíneo acorde con los métodos de Dill y Costill.

Abreviaturas: CK (Creatin-kinasa), LDH (lactato dehidrogenasa), PCR (proteína C reactiva), FG (Filtrado glomerular estimado por la fórmula CKD-EPI\*), NA (No aplica).

<sup>a</sup> Resultados obtenidos mediante T-test para muestras apareadas cuando sólo dos medidas estaban disponibles, mediante ANOVA de medidas repetidas cuando disponíamos de más de dos medidas, Para comparar medidas repetidas de variables categóricas se empleó el test de Mc Nemar.

<sup>b</sup> Diferencias estadísticamente significativas del valor al compararlo con los otros tres puntos temporales.

\*FÓRMULA CKD-EPI: El Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) es un grupo de investigación dependiente del National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease creado para desarrollar ecuaciones de estimación del FG a partir de datos procedentes de diferentes estudios. En el año 2009 el grupo CKD-EPI publicó una nueva ecuación desarrollada a partir de una población de 8254 individuos con distintas características clínicas, con y sin enfermedad renal, que incluyó como variables la concentración sérica de creatinina, la edad, el sexo y la raza.

La función renal estimada por creatinina sérica, urea y filtrado glomerular estimado, presenta una reducción a la llegada, volviendo rápidamente a niveles basales a las 24h. Se observa una segunda reducción ligera y estadísticamente significativa de la función renal en el día 2, (gráfico 23).

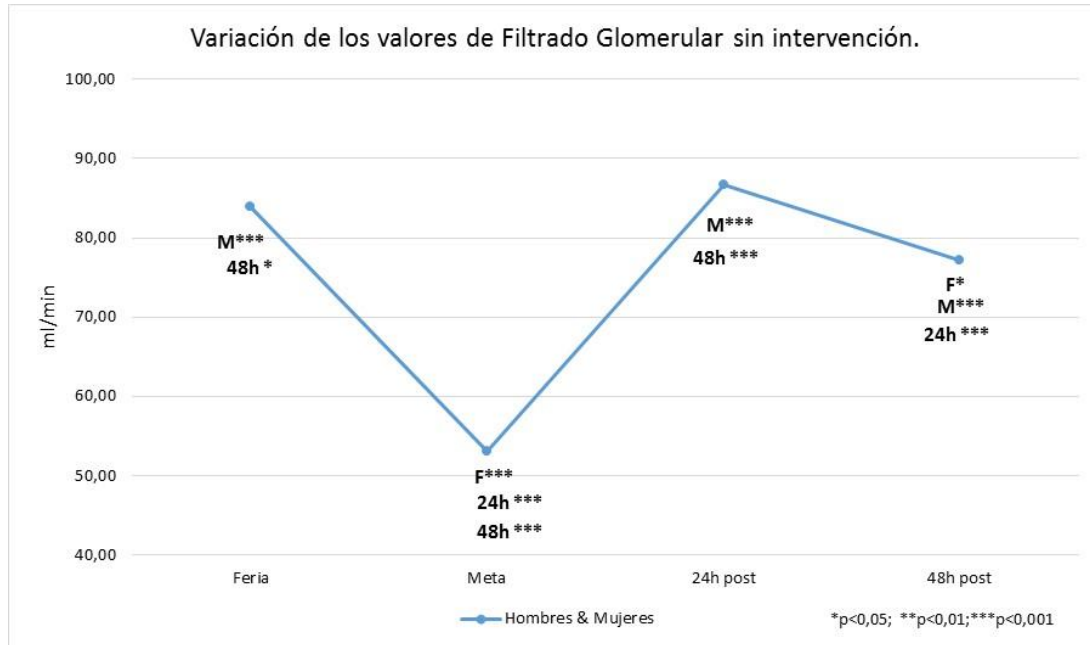


Gráfico 23 Variación de los valores de Filtrado Glomerular sin intervención

Analizados los valores de filtrado glomerular diferenciado por sexos se observa que el nivel de filtrado es superior en las mujeres que en los hombres (Gráfico 24) existiendo diferencias significativas, en mayor o menor medida, en cada momento de la toma de datos y analizando los valores absolutos. No obstante esas diferencias desaparecen cuando el análisis se realiza observando la evolución de los valores a lo largo del tiempo y teniendo en cuenta sus valores de partida. Así, podemos afirmar que las mujeres tienen valores superiores de filtrado glomerular que los hombres, pero que en la evolución del filtrado glomerular teniendo en cuenta los valores iniciales, no existen diferencias entre los hombres y las mujeres (Gráfico 25).

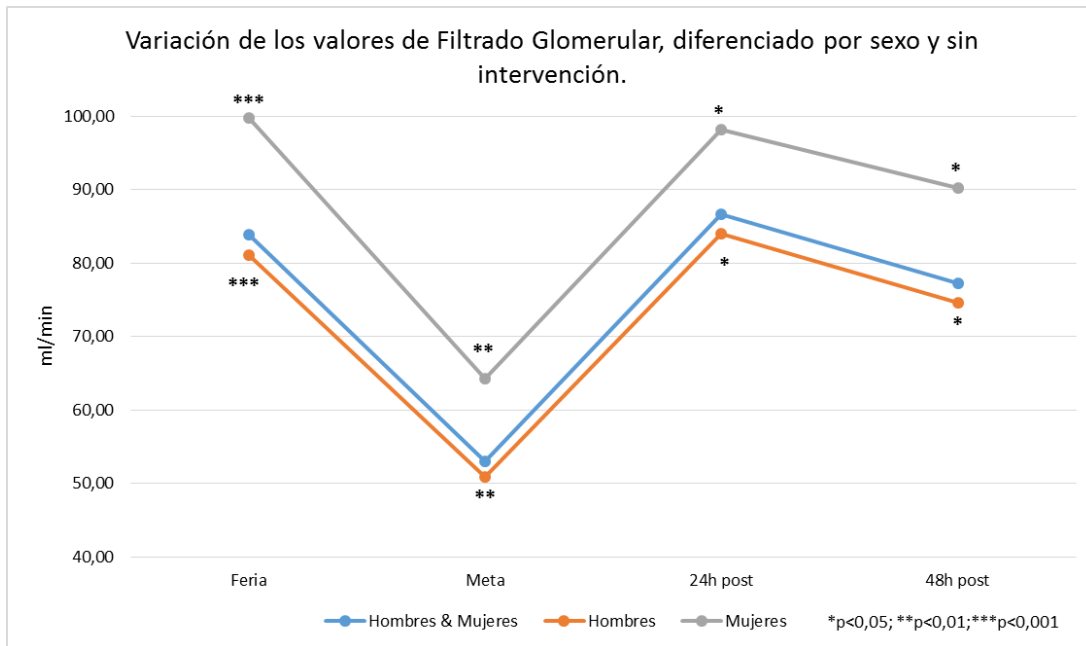


Gráfico 24 Variación de los valores de Filtrado Glomerular diferenciados por sexo y sin intervención

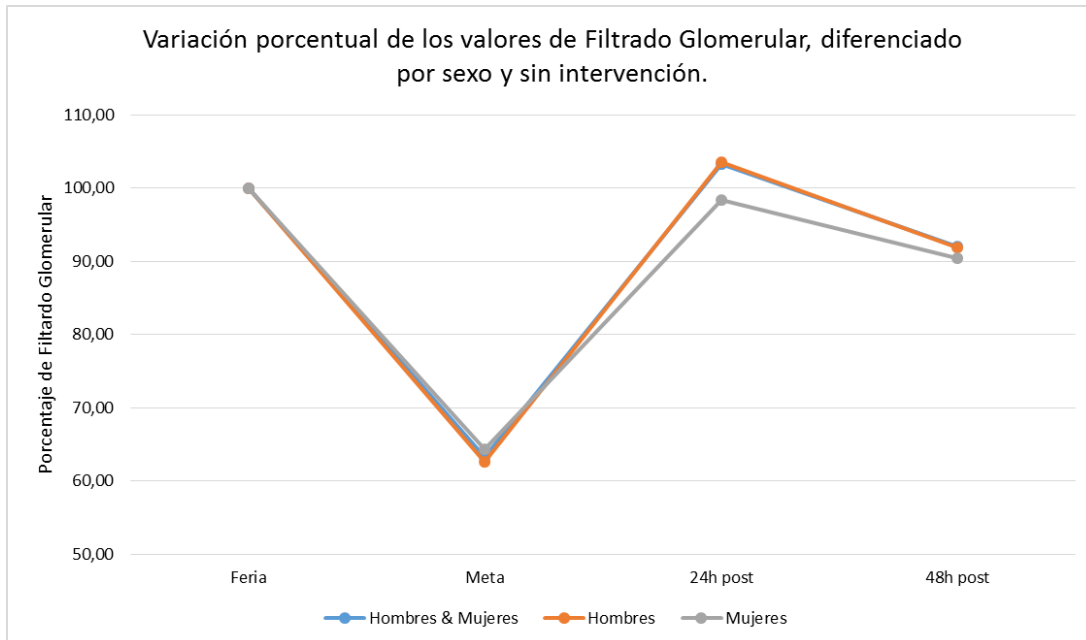


Gráfico 25 Variación porcentual de los valores de Filtrado Glomerular diferenciados por sexo y sin intervención

### Resultados relativos a fracaso renal agudo (FRA)

Entendiendo como criterios para el diagnóstico de fracaso renal agudo (FRA) los criterios AKIN (Acute Kidney Injury Network - AKIN) admitidos internacionalmente según los cuales se define como una abrupta (menos de 48 horas) reducción de la función renal que se determinada por un aumento absoluto de la creatinina sérica de 0,3 mg/dl o más ( $\geq 26,4$  mmol/l) o un incremento porcentual del 50% o más (1,5 veces el nivel basal).

De los 88 participantes que completan el estudio, en 5 de ellos no se disponen de control analítico sanguíneo postcarrera por lo que se muestran en este apartado los datos relativos a 83 participantes de los cuales presentaron FRA 63,9% (53 corredores). De ellos 49 (59%) del total presentaban FRA grado 1 y tan solo 4 (4,8%) grado 2, No se observó ningún FRA grado 3, El 34% de los participantes presentaban más de 5 glóbulos rojos en orina a la llegada a meta (tabla 11).

	Valor
<b>Tiempo medio de carrera del global de la población, (minutos)</b>	214 $\pm$ 20,8
<b>No FRA</b>	32 (37,21%)
<b>FRA</b>	53 (63,9%)
<b>FRA estadio 1</b>	49 (59%)
<b>FRA estadio 2</b>	4 (4,8%)
<b>Hematuria</b>	29 (34,5%)

Tabla 11: Eventos a la llegada. Abreviaturas: FRA (Fracaso renal agudo)



Nuestros resultados difieren ligeramente de los reportados por otros grupos en series con menor número de participantes, siendo inferior la incidencia de FRA pese a un menor tiempo de carrera. Tras comparar detalladamente las características diferenciales de nuestra población y la de otros estudios disponibles en la literatura concluimos que estas diferencias son debidas principalmente a las diferencias existentes en el tamaño muestral empleado, siendo nuestros valores un reflejo más fidedigno de la verdadera incidencia de alteraciones renales tras maratones, por disponer de un número mayor de participantes.

## **Factores relacionados con la aparición de fracaso renal agudo (FRA)**

### Asociación FRA y variables basales

Llevamos a cabo análisis estadísticos para evaluar las diferencias basales entre los corredores que presentaron FRA y los que no. Si bien son varias las diferencias observadas, que se muestran en la tabla 12, tan sólo podemos afirmar de modo categórico que el tiempo de carrera medio fue menor en el conjunto de sujetos que desarrollaron FRA, sin que existieran diferencias estadísticamente significativas en el grado de hidratación en carrera, o pérdida de líquido corporal, por lo que no consideramos que exista relación causa-efecto entre menor tiempo de carrera y mayor riesgo de desarrollar daño renal. Estos datos, aparentemente contradictorios, están en nuestra opinión en relación con el hecho de que en corredores de alto nivel, el mejor tiempo no necesariamente se relaciona con un mayor esfuerzo físico durante la carrera en sí, sino en muchos casos un mejor entrenamiento, si bien se precisarían estudios específicos para poder hacer esta afirmación de modo categórico.

	FRA (n 53)	NO FRA (n 32)	p
Edad (años)	38,87 ± 3,51	38,00 ± 3,83	0,31
Varón	45 (63,4%)	26 (36,6%)	0,90
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,02 ± 1,73	23,19 ± 1,60	0,66
Hipertension	1 (100%)	0 (0%)	0,63
Diabetes mellitus tipo 1	1 (100%)	0 (0%)	0,63
Tabaquismo	2 (40%)	3 (60%)	0,25
Uso de antiinflamatorios	9 (69,2%)	4 (30,8%)	0,46
Tiempo de carrera	<b>210,74 ± 20,80</b>	<b>220,20 ± 19,97</b>	<b>0,04</b>
Toma de bebidas isotópicas	40 (61,5%)	25 (38,5%)	0,39
Ingesta líquida total en carrera (litros)	1,65 ± 0,57	1,53 ± 0,46	0,34
Agua corporal total precarrera	42,87 ± 5,57	42,55 ± 6,36	0,82
Pérdida de peso en carrera (kg)	2,21 ± 0,83	1,90 ± 0,95	0,14
Sequedad de mucosa y conjuntivas postcarrera	34 (69,3%)	15 (31,2%)	0,48
Signo del pliegue positivo postcarrera	9 (64,3%)	5 (35,7%)	0,97
Calambres en carrera	8 (44,4%)	10 (55,6%)	0,08
Hemoglobina (g/dl)	14,58 ± 0,90	14,84 ± 0,97	0,23
Leucocitos (10 <sup>9</sup> /L)	7,17 ± 1,77	7,21 ± 1,84	0,92
Neutrófilos (10 <sup>9</sup> /L)	4,12 ± 1,37	4,15 ± 1,32	0,92
Proteína C reactiva (mg/dl)	0,07 ± 1,19	0,12 ± 0,32	0,41
Il-6 (pg/ml)	2,80 (2,00-5,35)		0,28
Creatinina sérica (mg/dl)	0,90 (0,80-1,00)	1,00 (0,80-1,10)	0,09
Filtrado glomerular CKD-EPI (ml/min)	97,47 ± 13,85	93,16 ± 17,97	0,25
Urea (mg/dl)	35,22 ± 8,89	34,16 ± 7,29	0,56
CK (UI/L)	140 (115-183)	127 (98-181)	0,19
LDH (UI/L)	174 (161-194)	176 (160-202)	0,80
Ácido úrico (mg/dl)	4,32 ± 0,83	4,72 ± 0,91	0,06
Albumina (g/dl)	4,80 (4,50-4,80)	4,79 (4,50-4,80)	0,77
Sodio urinario (mmol/l)	90,11 ± 34,50	94,61 ± 48,02	0,62
Cociente albúmina-creatinina en orina (mg/g)	2,00 (1,15-3,25)	2,10 (1,20-2,90)	0,62
Microhematuria	20 (69%)	9 (31%)	0,42

Tabla 12: Características basales de los participantes con y sin criterios de FRA. Nota: Las variables continuas se muestran como media ± desviación estándar o media (Rango intercuartílico) según su distribución normal o no, Las variables categóricas se muestran como porcentaje.

Abreviaturas: CK (Creatin-kinasa), LDH (lactato deshidrogenasa), PCR (proteína C reactiva), FG (Filtrado glomerular estimado por la fórmula CKD-EPI), FRA (Fracaso renal agudo), NA (No aplica).

### Asociación entre fracaso renal agudo y resultados a la llegada

No obstante a lo anterior, si comparamos las características de los grupos a la llegada sí se observan algunas diferencias que cumplen la significación estadística necesaria para poder establecer asociaciones ( $p < 0,05$ ) como se puede observar en la tabla 13.

	FRA	NO FRA	p
<b>Hemoglobina (g/dl)</b>	<b>15,30 ± 1,54</b>	<b>14,37 ± 1,55</b>	<b>0,02</b>
Leucocitos ( $10^9/L$ )	16,75 ± 4,37	18,16 ± 4,50	0,16
Neutrófilos ( $10^9/L$ )	14,99 ± 3,86	14,05 ± 3,33	0,25
Proteína C reactiva (mg/dl)	0,02 (0,02-0,05)	0,03 (0,02-0,08)	0,21
Interleuquina 6 (pg/ml)	93,70 (69,83-154,88)	80,29 (48,79-121,57)	0,07
<b>Creatinina sérica (mg/dl)</b>	<b>1,45 ± 0,21</b>	<b>1,16 ± 0,20</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Filtrado glomerular CKD-EPI (ml/min)</b>	<b>59,48 ± 11,20</b>	<b>79,81 ± 18,59</b>	<b>&lt;0,001</b>
Urea (mg/dl)	46,17 ± 8,90	41,16 ± 6,76	0,005
<b>Sodio (mEq/L)</b>	<b>136,69 ± 10,87</b>	<b>145,19 ± 11,21</b>	<b>0,001</b>
<b>Potasio (mEq/L)</b>	<b>4,91 ± 0,62</b>	<b>4,54 ± 0,46</b>	<b>0,003</b>
CK (UI/L)	333 (278-437)	364 (271-491)	0,97
LDH (UI/L)	322,04 ± 50,60	332,41 ± 78,23	0,47
<b>Ácido úrico (mg/dl)</b>	<b>6,01 ± 1,47</b>	<b>5,42 ± 1,11</b>	<b>0,04</b>
<b>Albumina (g/dl)</b>	<b>5,10 (4,90-5,36)</b>	<b>4,79 (4,55-4,95)</b>	<b>&lt;0,001</b>
Sodio urinario (mmol/l)	46,75 ± 28,97	41,03 ± 29,89	0,25
<b>Microalbuminuria (mg/L)</b>	<b>38,80 (19,20-83,65)</b>	<b>17,90 (10,10-42,40)</b>	<b>0,002</b>
Proteinuria (mg/dl)	17,80 (9,85-31,25)	12,50 (7,40-19,10)	0,05
Microhematuria	20 (69%)	9 (31%)	0,42

Tabla 13: Datos de laboratorio a la llegada, Comparativa entre individuos con y sin FRA. Nota: *Las variables continuas se muestran como media ± desviación estándar o media (Rango intercuartílico) según su distribución normal o no, Las variables categóricas se muestran como porcentaje.*

Abreviaturas: CK (Creatin-kinasa), LDH (lactato deshidrogenasa), PCR (proteína C reactiva), FG (Filtrado glomerular estimado por la fórmula CKD-EPI), FRA (Fracaso renal agudo).

Los individuos que desarrollan FRA, presentan a su llegada a meta, además de los parámetros propios que definen la presencia de FRA (Elevación de creatinina y urea y descenso del filtrado glomerular), mayores valores de hemoglobina, albúmina y ácido úrico. Estos datos son compatibles con pérdida de agua corporal conducente a hemoconcentración, sin embargo otros datos más sugerentes de dicho fenómeno en el entorno clínico, como la disminución del sodio urinario, no se han observado en mayor medida en nuestra subpoblación con fracaso renal agudo. Este hecho nos orienta a pensar que el daño renal que se observa no es tanto del tipo “necrosis tubular aguda” secundario a baja presión de filtrado debida a deshidratación, como clásicamente se ha venido pensando, sino posiblemente de tipo inflamatorio como sugiere la mayor microalbuminuria en el grupo de FRA, reflejo de alteración en la permeabilidad del filtro glomerular renal, presente por ejemplo en el caso de afectación renal por enfermedades inflamatorias de tipo reumatológicas (por ejemplo lupus eritematoso sistémico, o artritis reumatoide), o bien en situaciones de hiperpresión glomerular (en pacientes hipertensos o diabéticos). En ambos casos se produce el denominado “daño endotelial”, que consiste en alteraciones de los microvasos sanguíneos que constituyen el interior del riñón y sus millones de unidades funcionales. Los mayores niveles del marcador inflamatorio interleuquina 6 (Il-6) en nuestros corredores con FRA sugieren éste mecanismo pero no podemos afirmarlo de modo categórico por no alcanzar las diferencias observadas en este parámetro la significación estadística. Asimismo, tampoco hemos encontrado diferencias en la proteína C reactiva, como marcador inflamatorio, ni en las células mediadoras de dicha inflamación como leucocitos y neutrófilos, íntimamente relacionados con la producción de interleuquina 6, como se deriva de la correlación encontrada entre sus valores y los de dicho marcador inflamatorio en el conjunto de nuestra población.

### Correlaciones entre variables cuantitativas a la llegada y en la recuperación

En línea con lo anteriormente comentado, al llevar a cabo análisis de correlación, observamos una débil relación entre los leucocitos y el filtrado glomerular, de modo que a mayores son los primeros mejor es el segundo sin que se cumpla esta premisa para los neutrófilos. Cabe la posibilidad de que a mayor incremento inicial de leucocitos como respuesta al ejercicio se produzca un incremento inicial de la permeabilidad glomerular siempre dentro del rango de la

normalidad pues no se ha visto efecto protector ni inductor sobre el desarrollo de FRA, ni influencia sobre la evolución posterior del filtrado glomerular. Así, los valores de neutrófilos y leucocitos a la llegada no se correlacionan con los del filtrado glomerular en los días 1 y 2, lo cual quiere decir que alcanzar un mayor nivel de neutrófilos (y por tanto un mayor estatus inflamatorio) no implica peor ni mejor recuperación. Tampoco la Il-6 a la llegada guarda correlación con parámetros de daño renal y muscular a lo largo del seguimiento en el global de la población estudiada,

Sin embargo, sí encontramos una correlación negativa entre la microalbuminuria y el filtrado glomerular tanto a la llegada como en el día 2, no estando presente en el día 1. Es decir, a mayor microalbuminuria peor filtrado glomerular tanto en meta como a las 48h de la llegada. Este dato nuevamente pone sobre la pista de alteraciones glomerulares intrínsecas más allá de la afectación renal simplemente reactiva a deshidratación o a sobrecarga renal de solutos procedentes de la masa muscular, ya que dicha microalbuminuria no guarda correlación en nuestros resultados ni con la CK ni la LDH (indicativos de daño muscular) ni con el sodio urinario bajo (indicativo de deshidratación), y por otra parte es tan solo la albúmina en orina y no la proteinuria global la que muestra la correlación con el filtrado glomerular, lo cual nuevamente nos sitúa en alteraciones en la barrera de filtración (la albúmina es la única proteína que por su tamaño molecular puede ser filtrada a la orina, cuando son otras proteínas las presentes en la orina, su procedencia es posterior a la barrera de filtrado, traduciendo alteraciones en las “tuberías” que conducen la orina primitiva, pero no en la unidad funcional renal de filtrado sanguíneo).

Finalmente, de forma concordante con las diferencias encontradas entre los grupos con y sin FRA, encontramos una correlación negativa entre los niveles de ácido úrico y los valores de filtrado glomerular a la llegada a la meta, sin que ésta se mantenga con las determinaciones de filtrado glomerular a lo largo del seguimiento. Es decir, a mayor ácido úrico a la llegada peor filtrado glomerular.

Con todos éstos resultados llevamos a cabo un análisis multivariante para excluir factores de confusión y dilucidar de modo definitivo qué variables son predictoras de la aparición de FRA en esta población concreta y encontramos que tanto el ácido úrico (OR 3,99,  $p=0,002$ ) como la microalbuminuria (1,025,  $p=0,03$ ) a la llegada son las variables predictoras de FRA en nuestra población de corredores.

## Influencia del tipo de intervención postcarrera en la recuperación de las alteraciones observadas

En la tabla 14 se detalla la evolución temporal de los distintos parámetros desde la separación de los grupos de recuperación. Al llevar a cabo el análisis estadístico oportuno, observamos que tan sólo existen diferencias estadísticamente significativas en el filtrado glomerular a las 144h pudiéndose afirmar que éste es mayor en el grupo de reposo que en los grupos de ejercicio y a su vez dentro de ellos es menor en el grupo de elíptica en este punto del tiempo, Cabe destacar no obstante que en los tres casos los valores se encuentran dentro de la normalidad y que al finalizar el seguimiento todos los grupos recuperan de igual manera su funcionamiento renal basal.

Tiempo	Parámetro	Descanso (n 35)	Elíptica (n 24)	Carrera (n 29)	p
<b>96 horas (24 horas tras la randomización)</b>	Creatinina (mg/dl)	0,90 (0,80-1,02)	1,00 (0,80-1,10)	0,90 (0,82-1,00)	0,40
	FG(ml/min)	85,71 ± 19,54	78,76 ± 21,25	86,55 ± 18,03	0,298
	CK (UI/L)	170 (113- 281)	227 (154-665)	192 (138-320)	0,11
	LDH (UI/L)	202 (181-232)	228 (219-272)	229 (194-243)	0,32
	Ácido úrico (UI/L)	NA	NA	NA	NA
	IAC (mg/g)	NA	NA	NA	NA
<b>144 horas</b>	Creatinina (mg/dl)	0,90 (0,80-1,00)	0,90 (0,82-1,10)	0,90 (0,70-0,90)	0,06
	FG (ml/min)	90,24 ± 17,92	81,40 ± 20,81	92,97 ± 17,27	0,087
	CK (UI/L)	109 (88-154)	149 (105-315)	142 (99-229)	0,08
	LDH (UI/L)	202 (181-232)	213 (187-246)	206 (169-225)	0,40
	Ácido úrico (UI/L)	4,90 (4,3-5,4)	5,00 (4,20-5,60)	4,80 (3,15-5,60)	0,57
	IAC (mg/g)	2,00 (0,80-3,00)	1,00 (0,72-2,25)	1,00 (0,30-1,60)	0,06
<b>192 horas</b>	Creatinina (mg/dl)	0,90 (0,80-1,00)	0,90 (0,80-1,00)	0,90 (0,82-1,00)	0,87
	FG (ml/min)	89,25 ± 17,22	91,09 ± 19,02	90,99 ± 17,67	0,90
	CK (UI/L)	108 (85-174)	132 (85-285)	150 (115-208)	0,10
	LDH (UI/L)	178 (155-196)	171 (161-201)	206 (169-225)	0,44
	Ácido úrico (UI/L)	NA	NA	NA	
	IAC (mg/g)	1,20 (0,50-1,90)	1,05 (0,20-3,25)	0,75 (0,22-1,67)	0,30

Tabla 14: Comparación de los resultados analíticos temporales entre los grupos de recuperación. Nota: Las variables continuas se muestran como media ± desviación estándar o media (Rango intercuartílico) según su distribución normal o no.

Abreviaturas: CK (Creatin-kinasa), LDH (lactato deshidrogenasa), FG (Filtrado glomerular estimado por la fórmula CKD-EPI), IAC (índice albúmina-creatinina en orina).

En el gráfico 26 comparamos los tres grupos en los que dividimos a los participantes y observamos que aunque las diferencias no cumplen significación estadística, ya que su significación es superior a 0,05 ( $p > 0,05$ ), por lo que no podemos afirmar que la realización de reposo o ejercicio y el tipo de ejercicio realizado influyan en la recuperación final de las alteraciones renales. No obstante sí se aprecia una tendencia que sugiere una mejora de los resultados de filtrado glomerular a las 144h en el grupo de carrera.

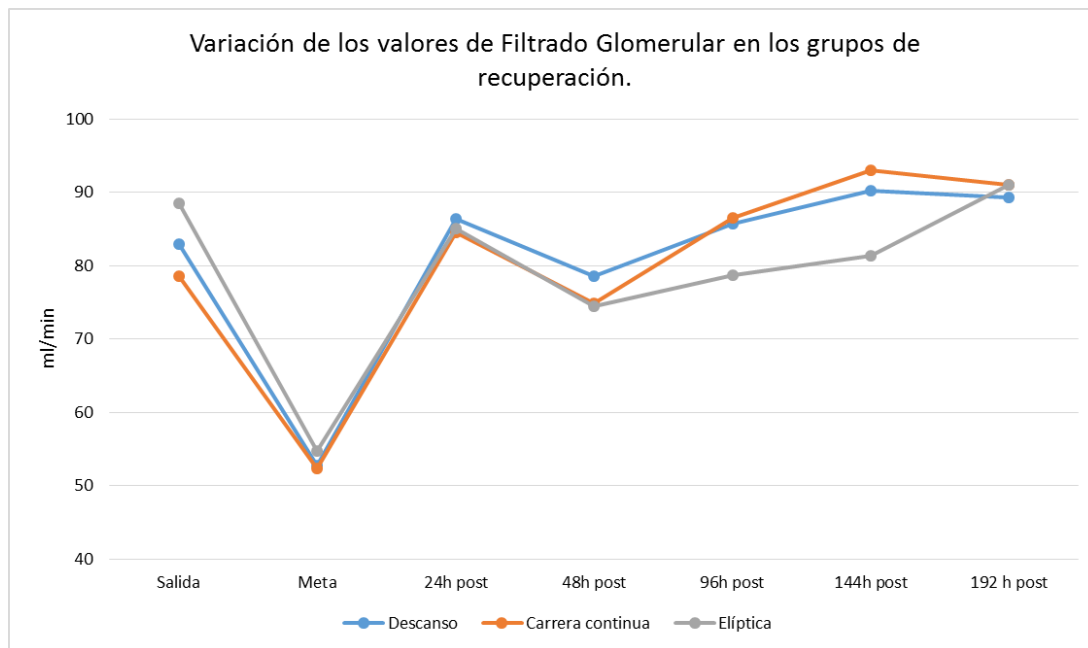


Gráfico 26 Variación del Filtrado Glomerular en los tres grupos de intervención

A las 24 horas la media de filtrado de los tres grupos es muy similar, recuperada la caída observada en meta también en los tres grupos (aunque permaneciendo en cifras superiores a los 60 ml/min que se consideran no patológicas).

Cabe destacar asimismo, un nuevo descenso relativo posterior de la función renal que es algo más marcado en los grupos de ejercicio que en el de reposo. A partir de ese momento la recuperación es lineal en el grupo de elíptica y presenta algunas oscilaciones en la carrera que la acelera inicialmente para luego equipararse con la elíptica.

Si en lugar de comparar las medias del conjunto de los individuos nos fijamos en el porcentaje de recuperación de cada sujeto con respecto a su basal (Gráfico 27) y comparamos las medias

de estos porcentajes entre los grupos, entonces sí detectamos diferencias claras y estadísticamente significativas, y constatamos que la recuperación es mayor en los sujetos del grupo de carrera que alcanzan incluso valores de filtrado glomerular superiores al que presentaban antes de la maratón de forma similar a lo que ocurre en el descanso y siendo el grupo de elíptica el que presenta peores resultados de recuperación, si bien al llegar al final del seguimiento los tres grupos convergen y desaparecen las diferencias.

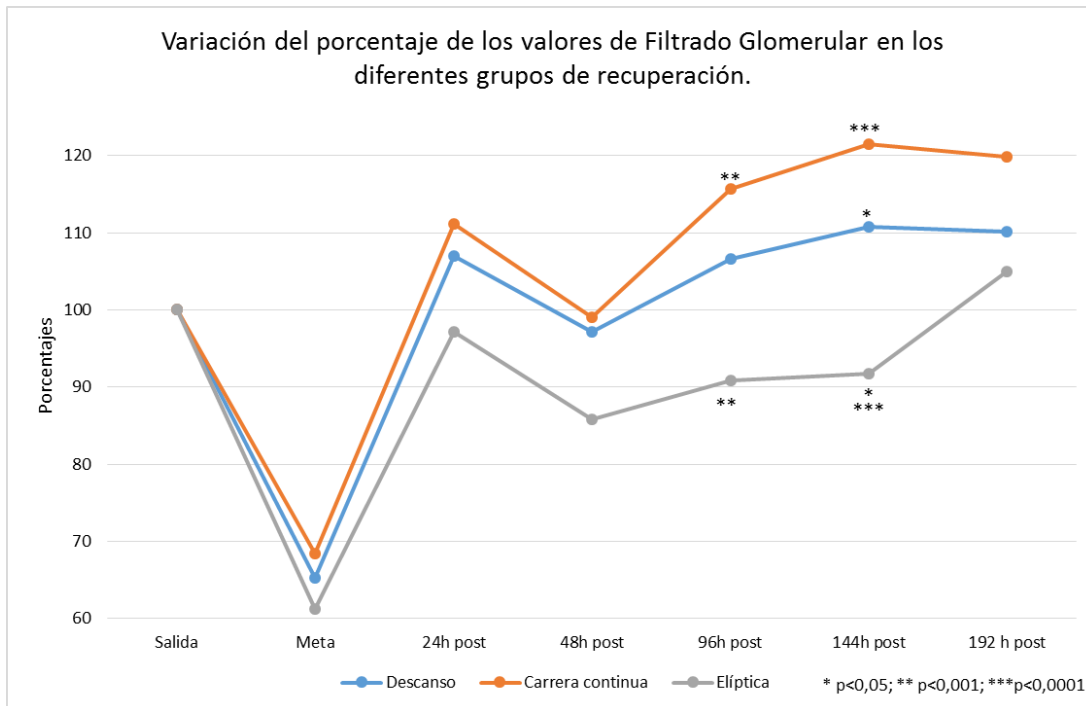


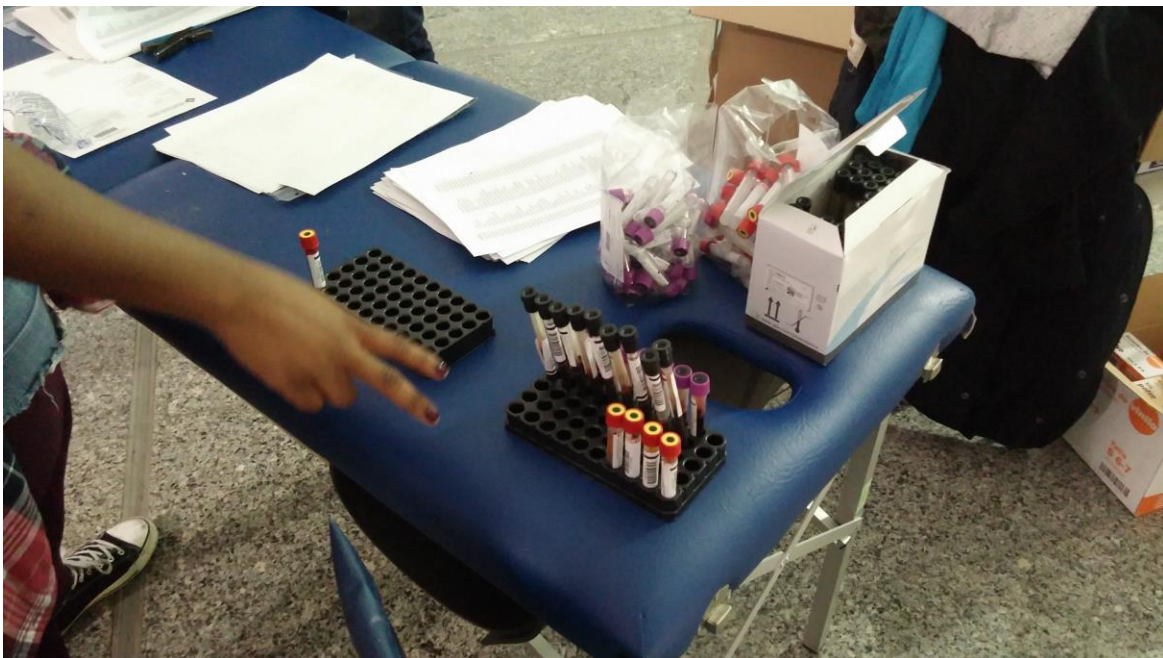
Gráfico 27 Variación del porcentaje de los valores de Filtrado Glomerular en los diferentes grupos de intervención



## Conclusiones de los resultados Nefrológicos

- La función renal, estimada mediante filtrado glomerular experimenta una reducción significativa tras correr la maratón, recuperándose a niveles basales a las 24h. En el 63,9% de los participantes ésta reducción inicial alcanza criterios de fracaso renal agudo. El tiempo de carrera es menor en el grupo de sujetos que desarrollan fracaso renal agudo sin que existan en ellos datos de mayor destrucción muscular o mayor deshidratación.
- **Encontramos cambios que reflejan alteraciones glomerulares transitorias como el incremento en el índice albúmina-creatinina en orina y la positivización de la microhematuria tras el esfuerzo realizado en carrera. La recuperación de éstas alteraciones también es inmediata, no estando presentes a las 48h, no siendo previsible por ello repercusiones de las mismas a largo plazo, si bien serían necesarios estudios específicos con seguimiento prospectiva ampliado en el tiempo para afirmarlo definitivamente.**
- El incremento de leucocitos se asocia con mejor filtrado glomerular a la llegada, no así para los neutrófilos. Ambos se correlacionan con los niveles de IL-6 pero ninguno de los 3 parece influir en la aparición o no de fracaso renal agudo ni en la evolución posterior. Tampoco se correlacionan con otros datos de rabdomiolisis (colapso intrarrenal por afluencia masiva de productos derivados de la destrucción de células musculares) o alteraciones de la permeabilidad de los glomérulos (millones de unidades de filtrado sanguíneo presentes en el riñón y fundamentales para su correcto funcionamiento).
- Encontramos correlación entre parámetros de hemoconcentración (resultado de la deshidratación) como ácido úrico y hemoglobina a la llegada y descenso de filtrado glomerular (funcionamiento renal). Estos valores sin embargo no parecen influir en la evolución posterior de la función renal.
- La presencia de albúmina en orina y los niveles de ácido úrico en sangre al llegar a meta son los únicos factores predictores de fracaso renal agudo, no así de nuevos descensos de la función renal en la recuperación hasta las 48h. El sodio urinario pierde su valor como predictor de fracaso renal agudo secundario a deshidratación.

- Aunque se observa un mayor filtrado glomerular (funcionamiento renal) en todos los puntos temporales en el grupo de reposo, las diferencias no cumplen significación estadística por lo que podemos afirmar que la realización de reposo o ejercicio y el tipo de éste último no parecen influir en la recuperación final de las alteraciones renales observadas.
- No obstante, en términos de porcentaje de modificación del filtrado glomerular, la recuperación es mayor en los sujetos del grupo de carrera que alcanzan incluso valores de filtrado glomerular superiores al que presentaban antes de la maratón de forma similar a lo que ocurre en el descanso y siendo el grupo de elíptica el que presenta peores resultados de recuperación, si bien al llegar al final del seguimiento los tres grupos convergen y desaparecen las diferencias.
- Nuestros resultados animan a la realización estudios específicos con diseño secuencial para establecer de modo más definitivo éstas recomendaciones y diseñar el plan de recuperación ideal, así como estudios de seguimiento a largo plazo para determinar categóricamente en primer lugar el impacto de la aparición de alteraciones renales repetidas pero transitorias en el funcionamiento renal en edad avanzada y en segundo lugar la influencia de dicho plan de recuperación ideal a la hora de atenuar éstas alteraciones y su eventual impacto a largo plazo.



#### IV. Componente muscular

##### Lactato Deshidrogenasa (LDH)

La lactato-deshidrogenasa (LDH) es una enzima citoplasmática que cataliza la reacción (S)-lactato + NAD<sup>+</sup> = piruvato + NADH. La LDH se halla ampliamente distribuida en los tejidos, especialmente en el corazón, el hígado, los músculos y los riñones. La prueba que permite medir la lactato deshidrogenasa (LDH) es inespecífica pero útil en la evaluación de diversos trastornos y enfermedades, dado que es una enzima que se libera de las células hacia la sangre cuando existe lesión o destrucción celular o tisular. Por lo tanto, los niveles de LDH en sangre constituyen un indicador general de lesión celular o tisular.

En los corredores de nuestra muestra, utilizamos la determinación de LDH con el objetivo de utilizarlo como un indicador general de la existencia y severidad de lesión muscular aguda como consecuencia de haber corrido la prueba de maratón y monitorizar esta necrosis muscular en las 192h postcarrera.

La prueba se realizó por espectrofotométrica cinética, con un análisis por radiación ultravioleta. La lactato deshidrogenasa cataliza la conversión de L-lactato a piruvato. En este proceso, el NAD se reduce a NADH. La tasa inicial de formación de NADH es directamente proporcional a la actividad catalítica de la LDH. Se determina por fotometría midiendo el aumento de la absorbancia.

Siguiendo las recomendaciones de la IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and laboratory medicine), se consideran valores normales de LDH para adultos hombres 135 U/L- 225 U/L y para mujeres 135 U/L- 214 U/L.

##### Resultados

Para los 86 corredores que completaron el estudio, los valores medios basales medidos en la feria del corredor, estuvieron enmarcados dentro de la normalidad, tanto en hombres 193,55 U/L como en las mujeres 170,00 U/L. En la determinación ad-hoc en meta, ya se obtuvieron cifras elevadas, tanto en varones 330,02 U/L de media y un incremento del 170% y 279,41 U/L para las mujeres y un incremento porcentual de 164,35%.

La evolución de las concentraciones plasmáticas se pueden observar en la tabla 15

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
LDH FERIA	86	119,00	650,00	190,2674	71,59567
LDH Meta UI/L	86	225,00	573,00	322,9651	60,58935
LDH UI/L 24 h	86	161,00	503,00	240,7674	57,12724
LDH UI/L 48 h	86	169,00	474,00	253,3605	54,21046
LDH UI/L 96 h	86	147,00	373,00	225,0000	45,06649
LDH UI/L 144 h	86	142,00	351,00	215,9186	42,75050
LDH UI/L 192 h	86	131,00	299,00	182,3023	30,47432
N válido (por lista)	86				

Tabla 15 Determinaciones medias plasmáticas de LDH. Evolución semanal.

Como se puede observar en el gráfico 28, la máxima concentración de LDH se determinó en la extracción de meta, con una concentración media de 322,96 U/L y una determinación máxima de 573 U/L. Los niveles de LDH volvieron a rangos próximos a la normalidad y por debajo de los valores teóricos a partir de las 144h tras haber realizado la carrera.

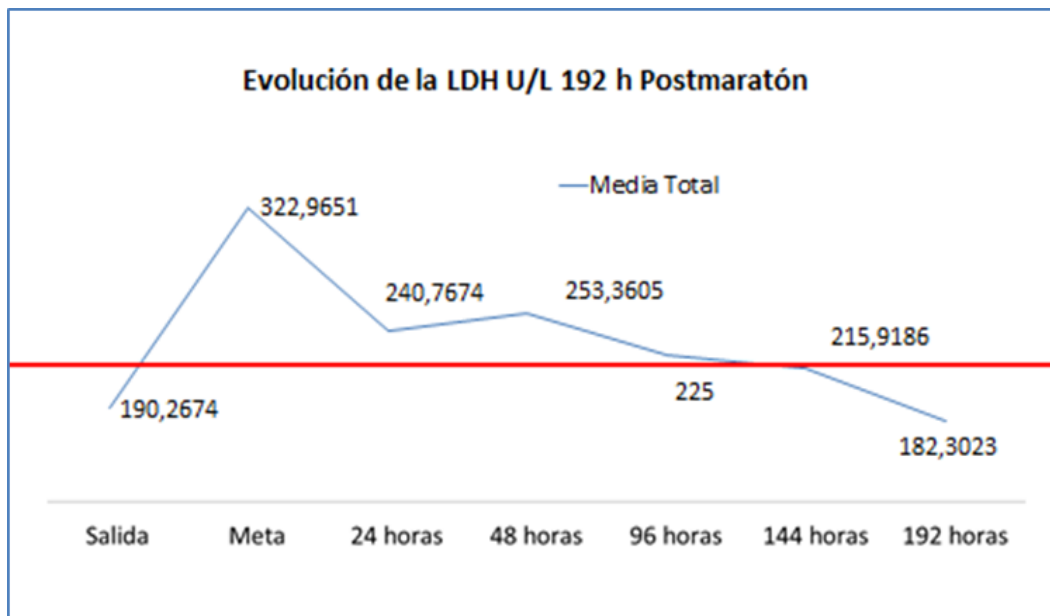


Gráfico 28 Evolución semanal de las concentraciones medias de LDH.

Relación de la LDH con el resto de variables de estudio

1. Sexo

Hubieron diferencias entre las determinaciones ad-hocs por sexo, siendo más elevadas en los corredores varones en todas ellas, aunque únicamente tuvieron relación estadísticamente significativa, en las determinaciones ad-hocs en meta ( $p < 0,05$ ) y a las 192h de haber finalizado la prueba ( $p = 0,029$ ) (gráfico 29).

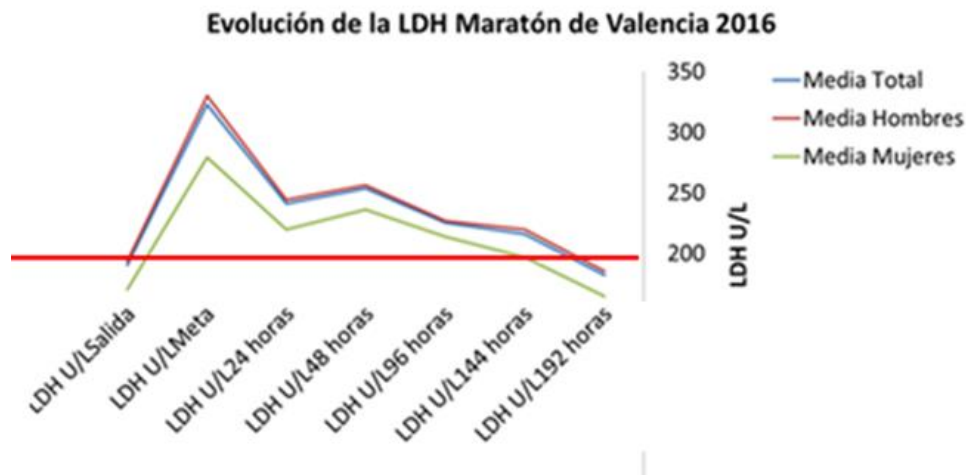


Gráfico 29 Comparativa evolución LDH por sexos.

2. Tiempo Maratón

El tiempo de carrera en la prueba de maratón mostró tener una relación estadísticamente significativa con la concentración plasmática de LDH a partir de las 48h tal y como se puede apreciar en la tabla 16. Dicha correlación fue negativa, lo que significa que a menor tiempo en la prueba, mayor concentración de LDH. Los corredores, con un ritmo más rápido, mostraron unas cifras más elevadas.

	UI/L Media	Valor p
LDH Meta	165,00	0,081
LDH 24h	88,00	0,166
LDH 48h	66,00	0,010*
LDH 96h	49,00	0,024*
LDH 144h	60,00	0,003*
LDH 192h	133,00	0,004*

Tabla 16 Evolución semanal de la LDH y estadístico de contraste en relación al tiempo en carrera.

### 3. Tipo de recuperación

La intervención introducida en nuestro ensayo aleatorizado en relación al tipo de recuperación las 192h postmaratón, mostró tener un resultado significativo sobre las concentraciones plasmáticas de LDH a partir de las 144h, de modo que los corredores que realizaron una recuperación activa (n=36), que realizaron elíptica o carrera continua, mostraron una recuperación más lenta en las determinaciones de LDH y de igual modo, tardaron más tiempo en recuperar las cifras de LDH consideradas como normales. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p=0,029$ ). De este modo podemos afirmar que para nuestra muestra de estudio, el reposo ayudo a recuperar la lesión muscular producida por la maratón.

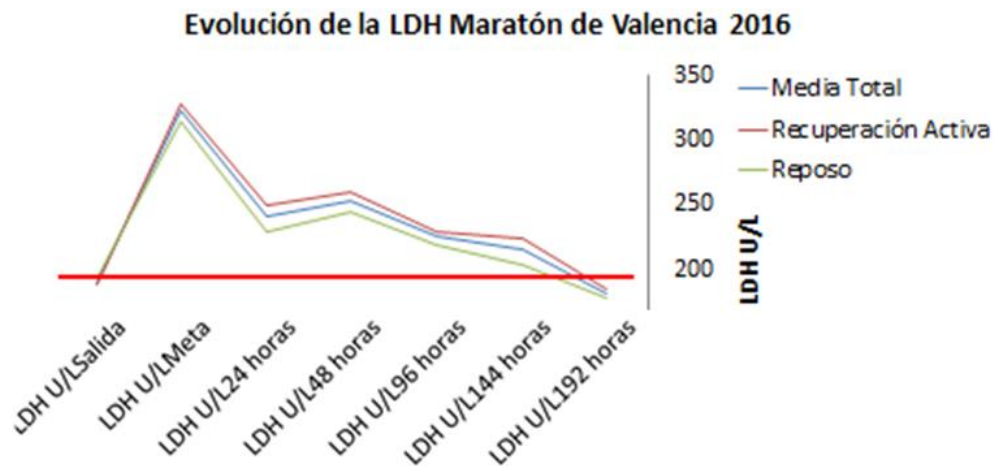


Gráfico 30 Evolución de la LDH en función del tipo de recuperación.

### Factores predictores de la LDH

Con los datos obtenidos del estudio inferencial de la LDH con el conjunto de las variables de estudio y realizando una regresión lineal múltiple, siguiendo el método “stepwise” o por pasos, podemos conocer el valor predictivo de la asociación conjunta de diversas variables de estudio que han mostrado tener una relación estadística significativa con la variable dependiente.

De este modo encontramos un modelo predictivo estadísticamente significativo ( $f=5.908$  y  $p=0,001$ ) formado únicamente por los tres factores anteriormente que justifican un 14.8 % de la

varianza y que por lo tanto, podemos considerar que tiene repercusión clínica. Estos tres factores son el tiempo desarrollado en una prueba de maratón, el tipo de recuperación y el sexo ( $R^2=0,148$ ). Según el criterio propuesto por Cohen (1988), según el cual sería preciso que dicho factor sea capaz de explicar al menos un 10% de la varianza de la variable dependiente para poder considerar que el factor tiene relevancia clínica, podemos sugerir que aquellos corredores con tiempos rápidos en la maratón y que además realizan reposo deportivo la semana posterior a la prueba y principalmente si son mujeres, tienen una alta probabilidad de recuperar con mayor rapidez las concentraciones basales de LDH, que nos indican el estado de normalidad muscular tras una prueba atlética de larga distancia como es la maratón (tabla 17).

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,422 <sup>a</sup>	0,178	0,148	39,46840

a. Predictores: (Constante), Tiempo Carrera, Recuperación, SEXO

Tabla 17 Evolución de la LDH en función del tipo de recuperación.

## Conclusiones

- La determinación de LDH en sangre es útil para evaluar la lesión muscular post-carrera.
- La máxima elevación de LDH se produce inmediatamente después de finalizar la prueba atlética y tarda en normalizar los valores entre 144 y 192h tras la prueba.
- Este incremento es menor en las mujeres que en los hombres y está correlacionado negativamente con el tiempo en carrera, de modo que a mejor tiempo en carrera, mayor daño muscular.
- El tipo de recuperación más beneficioso para normalizar los valores de LDH, es la recuperación en reposo, frente a la recuperación activa.

### **Proteína C-reactiva (PCR)**

La proteína C-reactiva es la proteína de fase aguda clásica de las reacciones inflamatorias. Se sintetiza en el hígado y se compone de cinco cadenas polipeptídicas idénticas en forma de un anillo de cinco eslabones con un peso molecular de 105000 daltons. La PCR es el reactante de fase aguda más sensible y su concentración aumenta muy rápidamente en procesos inflamatorios. La determinación de PCR sirve para reconocer procesos inflamatorios sistémicos, evaluar la evolución del proceso y estudiar la eficacia del tratamiento de los procesos inflamatorios.

La inflamación es uno de los principales mecanismos inmunológicos de defensa inespecíficos que tiene el organismo y es un proceso necesario para iniciar los procesos de reparación de los tejidos que han sufrido algún tipo de agresión. El seguimiento de las concentraciones reviste especial importancia durante la fase aguda de cualquier proceso fisiopatológico. De igual modo La asociación estadounidense del corazón (American Heart Association, AHA) y los centros para el control de enfermedades (Centers for Disease Control, CDC) formularon algunas recomendaciones acerca del uso de la proteína C reactiva de alta sensibilidad (hsPCR) en la valoración del riesgo cardiovascular.

Diversos estudios han evidenciado que los grandes esfuerzos, como es en nuestro caso la prueba de maratón, suponen un fuerte factor estresante para el organismo, en concreto sobre los tejidos musculares y osteo-articular, y el organismo reacciona mediante la inflamación y uno de sus síntomas, el dolor, demostrándose un incremento significativo de la proteína C-reactiva después de correr un maratón.

Nuestro objetivo fue estudiar la respuesta del organismo frente a la inflamación como respuesta a la carrera de maratón en las 192h después de la prueba y que tipo de variables interfirieron en la misma. A la vez realizamos una intervención en la recuperación para estudiar si distintas formas de actuar la semana post-maratón favorecen una mejor y más rápida recuperación de la inflamación.

Según la Sociedad Alemana de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (DGKL) y la Asociación de la Industria Diagnóstica (VDGH), los intervalos de referencia consensual para adultos es de <0,5 mg/dl.



La determinación cuantitativa de los valores de PCR se realizó a través de un test in vitro basado en una prueba inmunoturbidimétrica potenciada con partículas. La PCR humana se aglutina con las partículas de látex recubiertas con anticuerpos monoclonales anti-PCR. El precipitado se determina por turbidimetría. El estudio se realizó en los laboratorios del Hospital 9 de Octubre, con test in vitro para Sistemas Roche/Hitachi cobas C, en analizadores cobas C 311. El test cumple con las recomendaciones de la Federación Internacional de Química Clínica y del Laboratorio de Medicina (IFCC) y la Sociedad Alemana de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (DGKL).

## Resultados

Para los 86 corredores que completaron el estudio, los valores medios en meta fueron de 0,0833 mg/dl con unos valores máximos de 2,32 mg/dl y mínimos de 0,00 mg/dl y una desviación estándar de 0,26844. Por sexos, en varones la media fue de 0,0759 mg/dl y en mujeres de 0,1283 mg/dl, siendo llamativa la elevación en relación a los varones. La evolución de las concentraciones plasmáticas se pueden observar en la tabla nº18

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PCR Feria mg/dL	86	0,00	1,75	0,0862	0,24068
PCR Meta mg/dL	86	0,00	2,32	0,0833	0,26844
PCR mg/dL 24 h	86	0,20	2,88	1,2993	0,54869
PCR mg/dL 48 h	86	0,18	2,06	0,6898	0,30455
PCR mg/dL 96 h	86	0,07	,87	0,2849	0,14729
PCR mg/dL 144 h	86	0,01	1,14	0,1683	0,14059
PCR mg/dL 192 h	86	0,02	1,26	0,1207	0,15026
N válido (por lista)	86				

Tabla 18 Determinaciones medias plasmáticas de PCR. Evolución Semanal

Como se puede observar en el gráfico 31, la máxima concentración de PCR se determinó en la extracción de las 24 horas, con una concentración media de 1,299 mg/dl y una determinación máxima de 2,88 mg/dl. Los niveles de PCR volvieron a rangos próximos a la normalidad y por debajo de los valores teóricos a partir de las 96h tras haber realizado la carrera.

### Evolución de la PCR Maratón de Valencia 2016

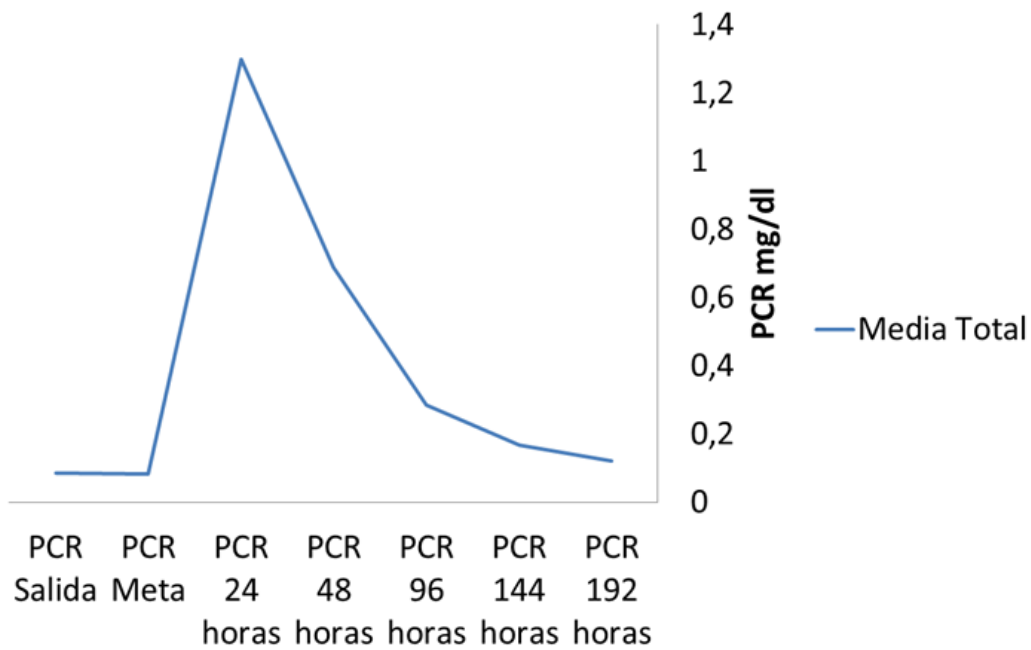


Gráfico 31 Evolución de las PCR post-maratón

Riesgo cardiovascular en relación a la determinación de PCR.

Varios estudios demuestran que la determinación altamente sensible de la PCR puede emplearse para estimar el riesgo de sufrir cardiopatías coronarias en personas aparentemente sanas y como indicador para el pronóstico de recidivas. Los aumentos de los valores de PCR no son específicos y sólo deben interpretarse tomando en cuenta la historia clínica completa. La asociación estadounidense del corazón (American Heart Association, AHA) y los centros para el control de enfermedades (Centers for Disease Control, CDC) formularon algunas recomendaciones acerca del uso de la proteína C reactiva de alta sensibilidad (hsPCR) en la valoración del riesgo cardiovascular, de modo que los pacientes con concentraciones superiores de PCR están más dispuestos a desarrollar un infarto al miocardio y una enfermedad vascular periférica severa, estableciendo los parámetros que se describen en la tabla 19.

Nivel de PCR ( mg/dl)	Riesgo Relativo
<1,0	<b>Bajo</b>
≥1,0 ≤3,0	<b>Medio</b>
>3,0	<b>Alto</b>

Tabla 19 Clasificación del riesgo cardiovascular por niveles de PCR.  
Fuente American Heart Association

Con los resultados registrados en la determinación basal de PCR obtenida en la feria del corredor, podemos afirmar que el 97,3% de los corredores varones (0,857 mg/dl PCR media) presentan cifras inferiores de 1,0 mg/dl, lo que se considera tener un riesgo relativo cardiovascular bajo, mientras que en las mujeres (0,892 mg/dl PCR media) este porcentaje se eleva al 100 % de las corredoras (gráfico 32).

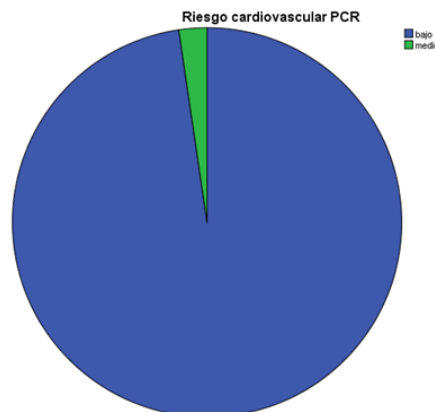


Gráfico 32 Porcentaje de corredores en función del riesgo cardiovascular relativo.

Relaciones de la PCR con las variables de estudio

Entre todas las variables de estudio, encontramos diversas diferencias significativas que pasamos a resumir:

1) Sexo.

En el gráfico 33 se presenta la evolución de la PCR medida en los corredores participantes en el estudio, diferenciando lo valores por el sexo de los participantes. Aparecen diferencias significativas en relación a la evolución de las concentraciones séricas de PCR y el sexo de los maratonianos, apareciendo en las determinaciones ad-hocs a las 48h ( $p=0,039$ ) y las 192h ( $p=0,038$ ).

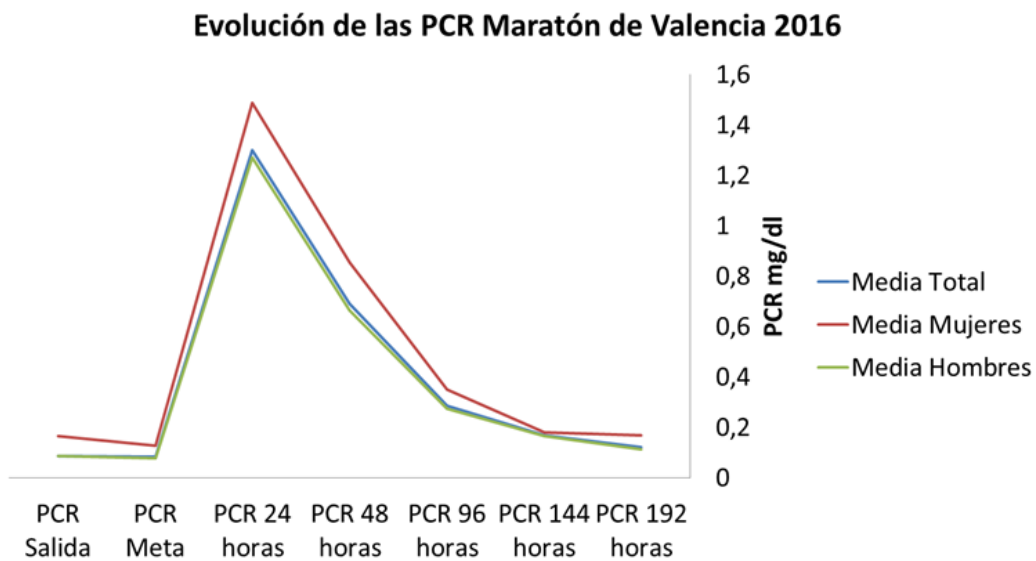


Gráfico 33 Comparativa evolución PCR Hombres Vs Mujeres.

Estas diferencias significativas estadísticamente no aparecen en las determinaciones ad-hocs en la feria del corredor ( $p=0,218$ ), en meta ( $p=0,109$ ), a las 24 horas ( $p=0,182$ ), 96 horas ( $p=0,168$ ) y 144 horas ( $p=0,288$ ). A continuación se presentan los gráficos que presentan diferencias significativas entre los hombres y las mujeres (gráficos 34 y 35)

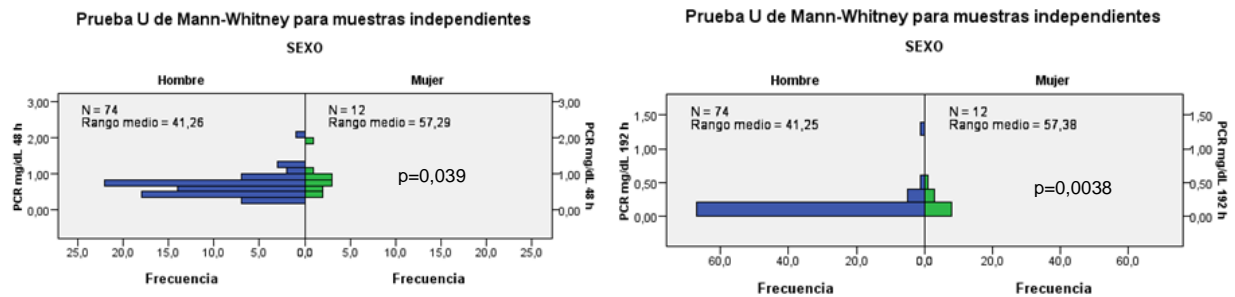


Gráfico 34 Estadístico de contraste de la PCR a las 48h en función del sexo.

Gráfico 35 Estadístico de contraste de la PCR a las 192h horas en función del sexo.

Con lo que a modo de resumen y en relación a las PCR relacionada con el sexo, podemos concluir que la inflamación sistémica como respuesta a la agresión producida por la prueba de maratón, es diferente para ambos sexos siendo más elevada para el sexo femenino, en las que las cifras son más elevadas y la recuperación más lenta. Esta diferencia se muestra con relaciones estadísticamente significativas únicamente a las 48 y a las 192h.

2) Tipo de recuperación.

Los corredores del estudio, fueron aleatorizados en tres grupos de recuperación para las 192h postmaratón. Un primer grupo, realizaron recuperación en descanso deportivo, ejerciendo únicamente las actividades de la vida diaria, el segundo y tercer grupo realizaron recuperación activa, sometiéndose a sesiones de elíptica (ejercicio sin impacto) o sesiones de carrera continua, a las 48, 96 y 144h tras la maratón, por lo que pudimos dividir a la muestra en recuperación en reposo o recuperación activa. La evolución por grupos de las PCR se pueden observar en la gráfica 36.

En relación a la inflamación y su recuperación postmaratón, teniendo en cuenta que el efecto de la intervención introducida en nuestro ensayo se pudo medir a partir de las 96h y que las cifras de PCR en ese momento de la recuperación ya se habían normalizado, no se pudo valorar el posible efecto sobre la normalización de las cifras, por lo que lógicamente NO encontramos diferencias significativamente estadísticas en ninguna de las 7 determinaciones ad-hocs a los corredores que nos permitieran recomendar algún tipo de recuperación frente a otra.

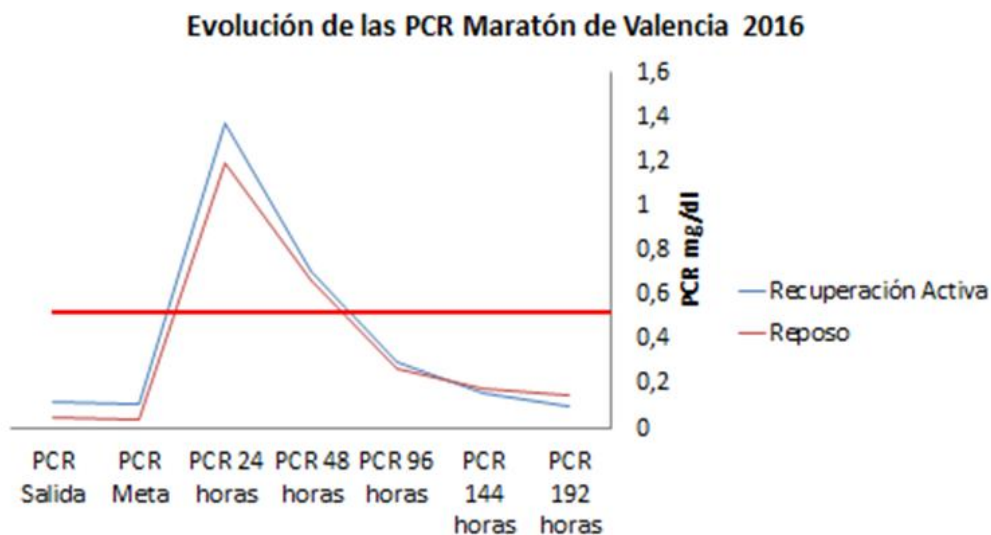


Gráfico 36 Evolución de la PCR en función del tipo de recuperación.

### 3) Promedio de tiempo en la maratón

El valor de la PCR se mostró altamente influenciado por el promedio tiempo empleado por kilómetro en la maratón, de modo en las determinaciones ad-hocs a las 24h ( $p=0,003$ ), 48h ( $p=0,007$ ) y 96 horas ( $p=0,034$ ) pudimos encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos que emplearon más o menos tiempo para finalizar los 42 kilómetros. Dicha correlación fue positiva, de modo que a más tiempo, mayor concentración de PCR plasmática.

De este modo, podemos observar en el gráfico 37 realizado con los valores obtenidos en la determinación de las 24 horas la comparativa y el estadístico de contraste en el que queda evidenciada la gran diferencia entre los sujetos corrieron la prueba en ritmos por encima de 5:30 min el km y los que lo hicieron alrededor de 4:30 min el km.

**Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes**

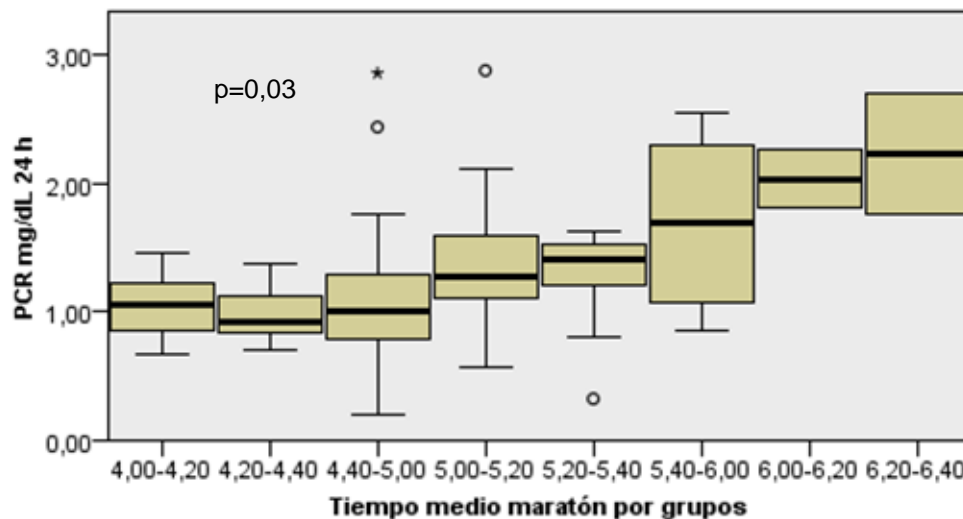


Gráfico 37. Determinaciones de PCR a las 24 horas post-maratón en función de la media de tiempo del km en carrera y estadístico de contraste.

### Factores predictores de la PCR

Con los datos obtenidos del estudio inferencial de la LDH con el conjunto de las variables de estudio y realizando una regresión lineal múltiple, siguiendo el método “stepwise” o por pasos, podemos conocer el valor predictivo de la asociación conjunta de diversas variables de estudio que han mostrado tener una relación estadística significativa con la variable dependiente.

Obtenemos una ecuación de regresión significativa ( $F=19.464$ ,  $p<0,001$ ), en la que el tiempo empleado en la finalización de la prueba se muestra como única variable predictora ( $\beta=0,434$ ), de modo que a mayor tiempo empleado en la carrera, mayor inflamación sistémica, reflejada en las determinaciones de PCR. Este modelo de regresión, y con una sola variable, nos predice un 17,8 % de la varianza, con una  $R^2$  ajustada de 0,178, quedando excluidas del modelo el resto de las variables de estudio (Tipo de recuperación, sexo, IMC, etc.). Según el criterio propuesto por Cohen (1988), según el cual en modelos ANOVA de un factor sería preciso que dicho factor sea capaz de explicar al menos un 10% de la varianza de la variable dependiente para poder considerar que el factor tiene relevancia clínica, y que un valor en torno al 0,25 (25% de varianza explicada) ya sería indicativo de una magnitud alta o clínicamente muy relevante, podemos afirmar que nuestro modelo de regresión tiene una muy alta relevancia clínica en la explicación del comportamiento de la inflamación sistémica en los corredores maratonianos, dato que se aprecia en la tabla 20.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,434 <sup>a</sup>	0,188	0,178	0,49733

a. Predictores: (Constante), Tiempo Carrera

Tabla 20 Resumen del modelo obtenido de ecuación de regresión.



## Conclusiones

- La determinación de PCR en sangre es útil para evaluar la inflamación sistémica relacionada con la realización de una prueba atlética de larga resistencia como es el maratón.
- La elevación de PCR no se produce inmediatamente después de finalizar la prueba atlética como otros indicadores serológicos, apareciendo su máximo valor a las 24h post-carrera, y normalizándose los valores entre 48 y 96h tras la prueba.
- La PCR es un indicador utilizado para medir el riesgo cardiovascular en personas sanas. En nuestra muestra de estudio, el 97,3% de los corredores presentan un riesgo cardiovascular bajo.
- Entre las variables que encontramos una relación significativa encontramos el sexo, siendo más elevadas las cifras para las mujeres.
- El tiempo de carrera se muestra como la variable más determinante para la inflamación sistémica, con un alto valor pronóstico, y teniendo una correlación positiva, de modo que los corredores más lentos fueron los que mayor inflamación presentaron.

## Creatin-Kinasa (CK)

La creatin Kinasa (CK) es una enzima que se encuentra en pequeñas cantidades en todos los tejidos musculares y que interviene en la producción de energía en los músculos. Es liberada cada vez que el cuerpo se ve sujeto a un gran estrés físico (por ejemplo, al realizar ejercicios de musculación). La CK actúa como catalizadora, es decir, acelera una reacción bioquímica, y su principal función en las células es añadir un grupo de fosfato a la creatina (Cr) para convertirla en una molécula de fosfocreatina (PCr). El organismo emplea la fosfocreatina para proporcionarles energía (ATP) a las células. Pero sus actividades no finalizan aquí. Durante la degeneración muscular, las células de los músculos se rompen y liberan su contenido al torrente sanguíneo, incluyendo la CK.

Cuanto más dañadas estén las fibras musculares y cuanto mayor sea la masa muscular del individuo, mayor será la concentración de CK en la corriente sanguínea. La concentración de CK medida en plasma es un excelente indicador de daño muscular o de fatiga. Concentraciones elevadas de CK en sangre, indican que el músculo está siendo destruido por algún proceso estresante, como la distrofia muscular o la inflamación. Considerando que la CK acelera la recuperación de los músculos tras esfuerzos intensos, es normal que su presencia sea mayor cuando aparecen lesiones musculares.

Según la Sociedad Alemana de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (DGKL) y la Asociación de la Industria Diagnóstica (VDGH), los niveles de CK de consenso aceptado como normales, se encuentran normalmente por debajo de 190 U/L en hombres y 170 U/L en mujeres.

La determinación cuantitativa de los valores de CK totales en sangre para nuestra muestra de estudio se realizó en los laboratorios del Hospital 9 de Octubre, con test in vitro para sistemas Roche/Hitachi cobas C, en analizadores cobas C 502: ACN 8057. El test cumple con las recomendaciones de la Federación Internacional de Química Clínica y del Laboratorio de Medicina (IFCC) y la Sociedad Alemana de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (DGKL). Test por radiaciones ultravioletas que mide la velocidad de formación de NADPH medida por fotometría que es directamente proporcional a la actividad de la CK.

## Resultados

Para los 86 corredores que completaron el estudio, los valores medios en meta fueron de 158,49 UI/L con unos valores máximos de 502,00 UI/L y mínimos de 53,00 UI/L y una Desviación estándar de 77,11. Por sexos, en varones la media fue de 165,36 UI/L y en mujeres de 112,50 UI/L.

La evolución de las concentraciones plasmáticas se pueden observar en la tabla 21.

Concentraciones séricas de CK					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CK FERIA UI/L	86	53,00	502,00	158,4884	77,11531
CK Meta UI/L	86	133,00	1781,00	401,3488	244,66725
CK UI/L 24 h	86	165,00	11287,00	1443,4651	1533,78162
CK UI/L 48 h	86	88,00	6534,00	825,5930	1078,98904
CK UI/L 96 h	86	66,00	5359,00	386,5930	691,09648
CK UI/L 144 h	86	49,00	1928,00	235,7442	296,79683
CK UI/L 192 h	86	57,00	788,00	166,3953	119,08823

Tabla 21. Determinaciones medias plasmáticas de CK. Evolución semanal

Como se puede observar en el gráfico 38, la máxima concentración de CK se determinó en la extracción de las 24h, con una concentración media de 1.443,49 UI/L y una determinación máxima de 11.287,00 UI/L. Los niveles volvieron a rangos próximos a la normalidad en torno a las 192h tras la finalización de la maratón.

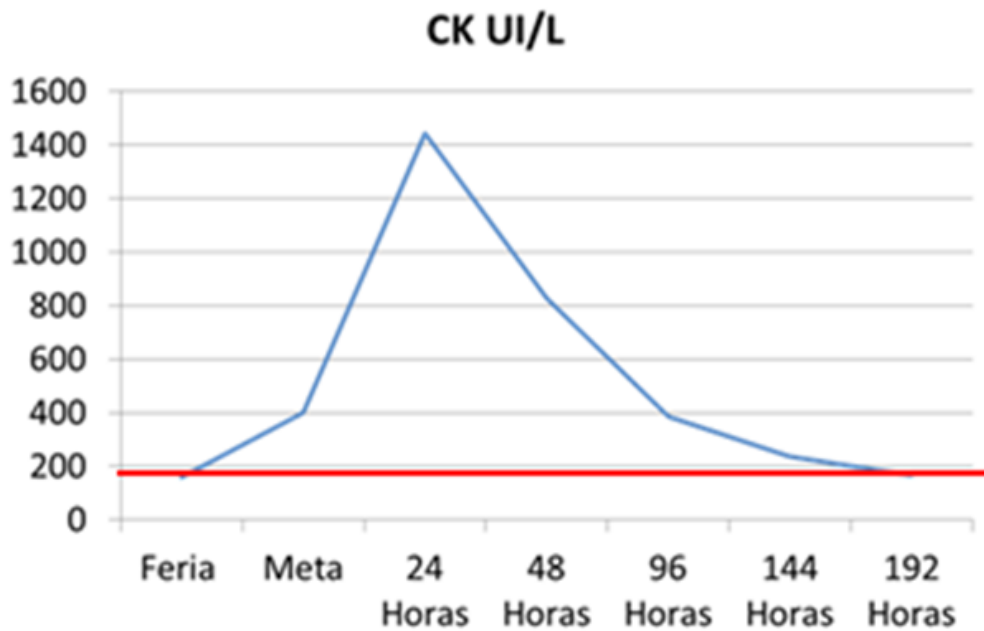


Gráfico 38 Evolución de concentraciones séricas de CK



Relaciones de las CK con las variables de estudio

Entre todas las variables de estudio, encontramos diversas diferencias significativas que pasamos a resumir:

1) Sexo.

La evolución de las CK fue diferente para los dos sexos, tal y como se puede apreciar en el gráfico 39.

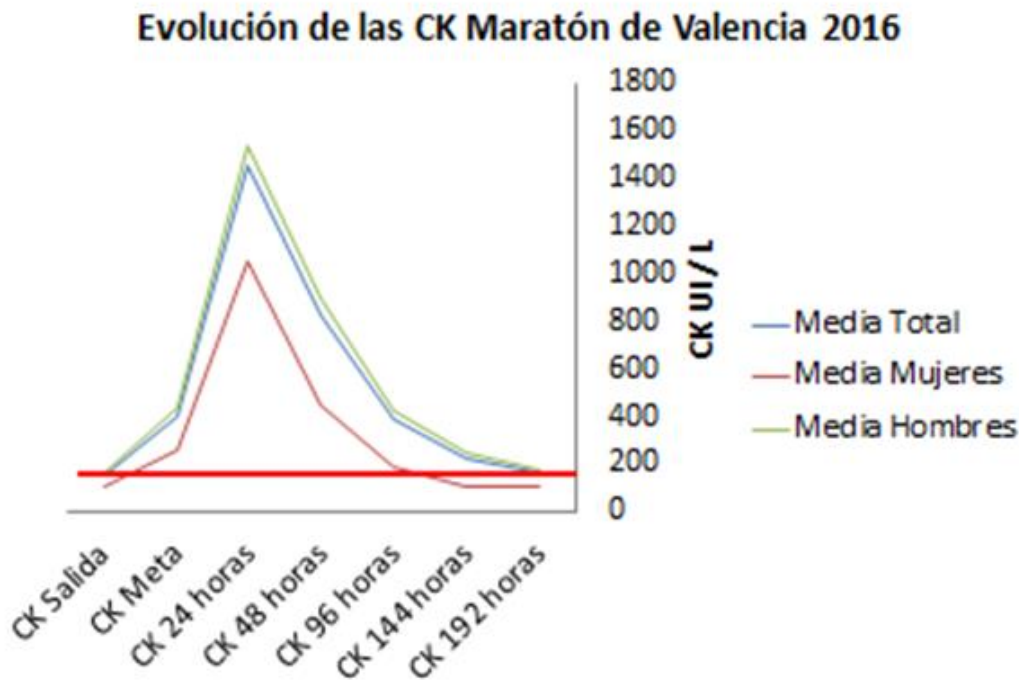


Gráfico 39 Evolución de las CK diferenciando el sexo de los corredores

En el estudio inferencial encontramos diferencias estadísticamente significativas en relación del sexo y las concentraciones de CK en meta, 24, 48, 144 y 192h tal y como se muestran en la tabla 22. Dichas correlaciones tuvieron signo negativo, siendo menor para el sexo femenino y tal vez relacionado con las diferencias entre el IMC y el porcentaje de masa grasa en las mujeres y los hombres.

	UI/L Hombres	UI/L Mujeres	Valor p
CK Salida	133,00	134,00	0,718
CK Meta	165,00	172,00	0,002*
CK 24 Horas	88,00	104,00	0,022*
CK 48 Horas	66,00	69,00	0,015*
CK 96 Horas	49,00	64,00	0,201
CK 144 Horas	60,00	57,00	0,019*
CK 192 Horas	133,00	134,00	0,004*

Tabla 22 Concentraciones medias de CK por sexos y estadístico de contraste

Con lo que concluimos que el daño muscular, obtenido a través de las determinaciones séricas de CK, tras una prueba de maratón y para nuestra muestra de estudio, presenta diferencias significativas en relación al sexo, siendo éste menor en las mujeres, que presentan incrementos más bajos y recuperan la normalidad entre las 96 y 144h, frente a las 192h de los hombres.

## 2) *Tipo de recuperación.*

Los corredores del estudio, fueron aleatorizados en tres grupos de recuperación para su seguimiento en las 192h postmaratón. Un primer grupo, realizaron recuperación pasiva sin actividad deportiva (n= 36) y un segundo grupo que realizaron recuperación activa (n= 50). Este segundo grupo a su vez, fue dividido en un primer grupo de corredores que realizaron elíptica (n=22) y un segundo que realizaron carrera continua (n=28). Estos ejercicios se realizaron a las 48, 96 y 144h tras la maratón y monitorizados por el equipo de investigación. La evolución por grupos de las CK se pueden observar en los gráficos 40 y 41. En el primero se observan las diferencias entre los diferentes tipos de intervención en la fase de postmaratón y en el segundo se comparan los sujetos que realizaron descanso y los que realizaron una recuperación activa.

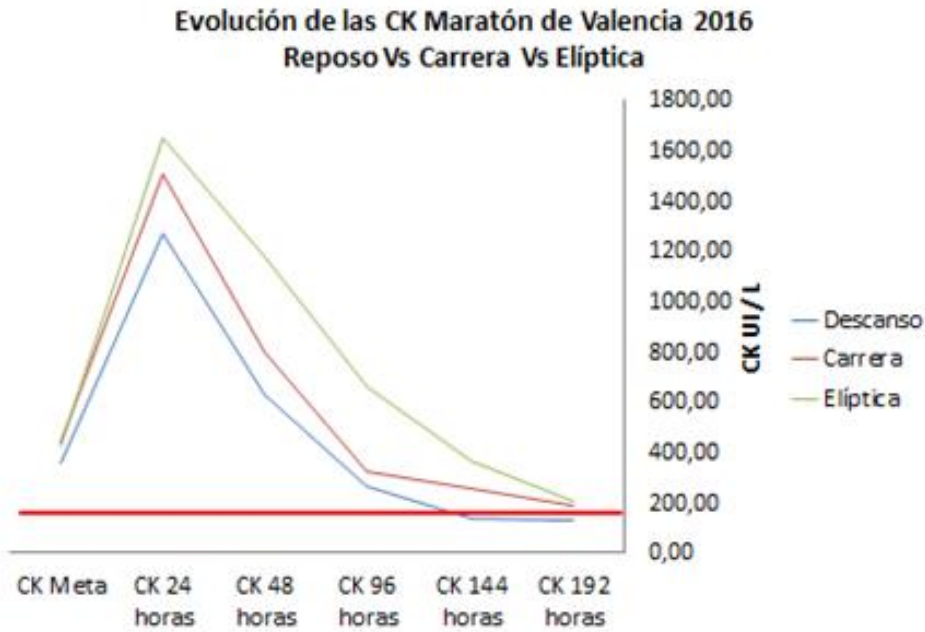


Gráfico 40. Evolución de las CK en función del tipo de intervención en la recuperación.

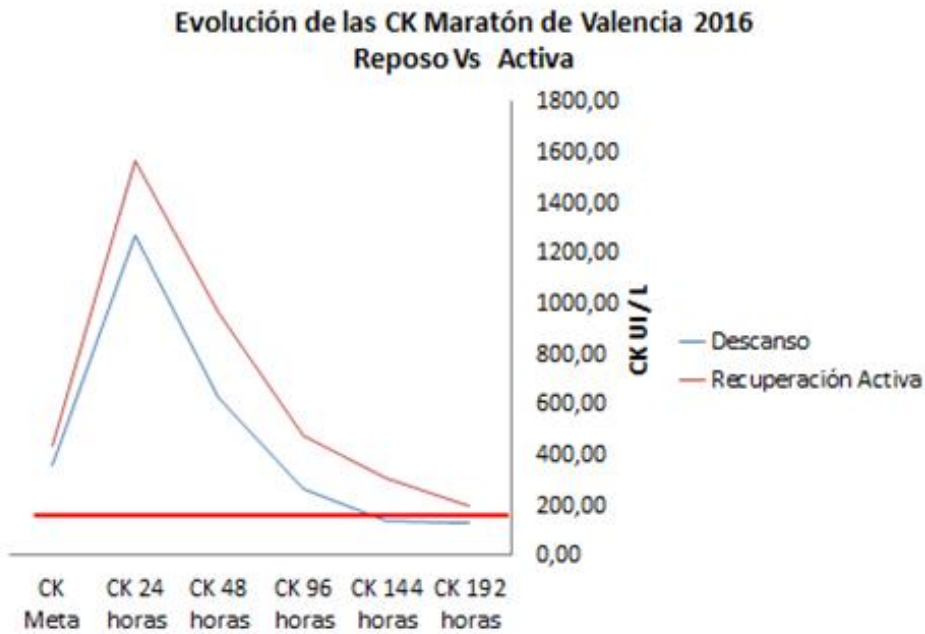


Gráfico 41. Evolución de las CK en función del tipo de recuperación.

Encontramos destacables diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes corredores en función de la intervención diseñada para la recuperación postmaratón a partir de las 96h, donde ya se puede cotejar el efecto sobre las CK de la intervención (elíptica o carrera continua) introducida en la recuperación a partir de las 48h postcarrera.

De este modo y a modo de resumen de la información recogida en los gráficos 42, 43 y 44, podemos afirmar que el grupo que no realizó ejercicio activo en la recuperación normalizó con anterioridad las cifras de CK frente a aquellos corredores que realizaron carrera continua o elíptica. De igual manera, y aunque los corredores que realizaron elíptica fueron los que presentaron valores de CK más elevados en todas las determinaciones, no encontramos diferencias significativamente estadísticas entre los que realizaron carrera o elíptica, de modo que no se evidencia el beneficio de una actividad frente a la otra, mostrándose el reposo como la mejor actitud frente a la recuperación de la lesión muscular postmaratón.

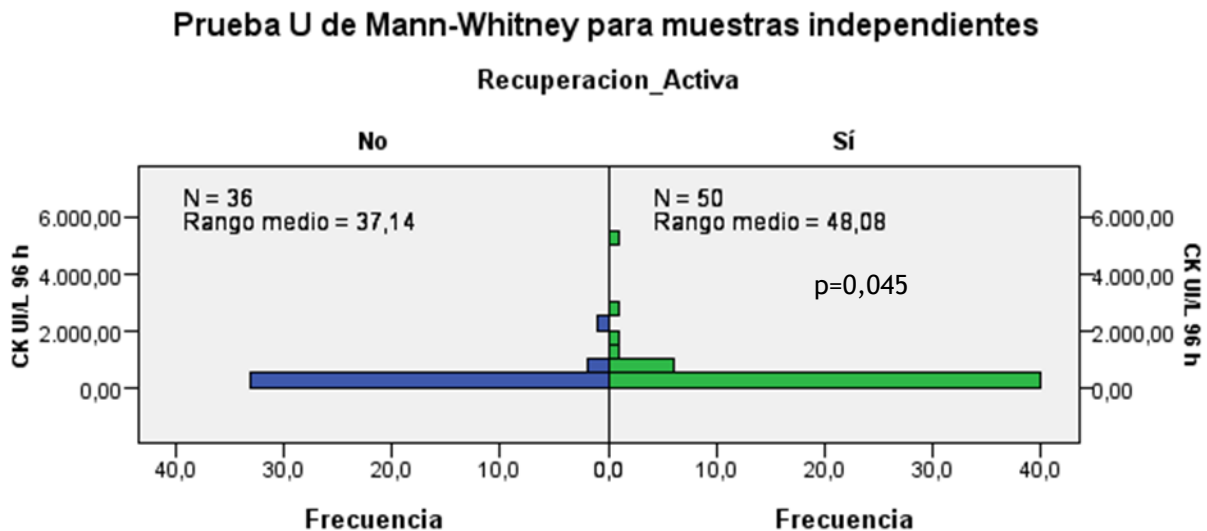


Gráfico 42 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 96h



**Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes**

**Recuperacion\_Activa**

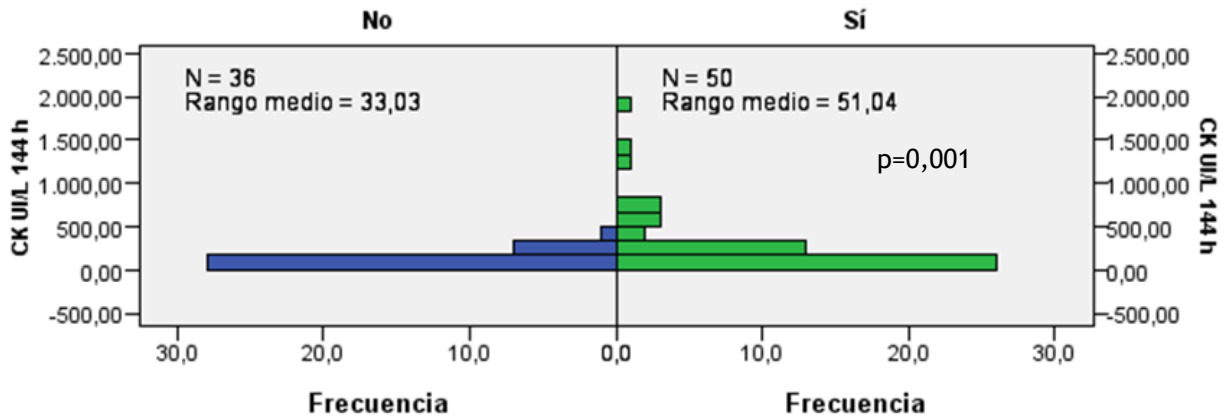


Gráfico 43 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 144h.

**Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes**

**Recuperacion\_Activa**

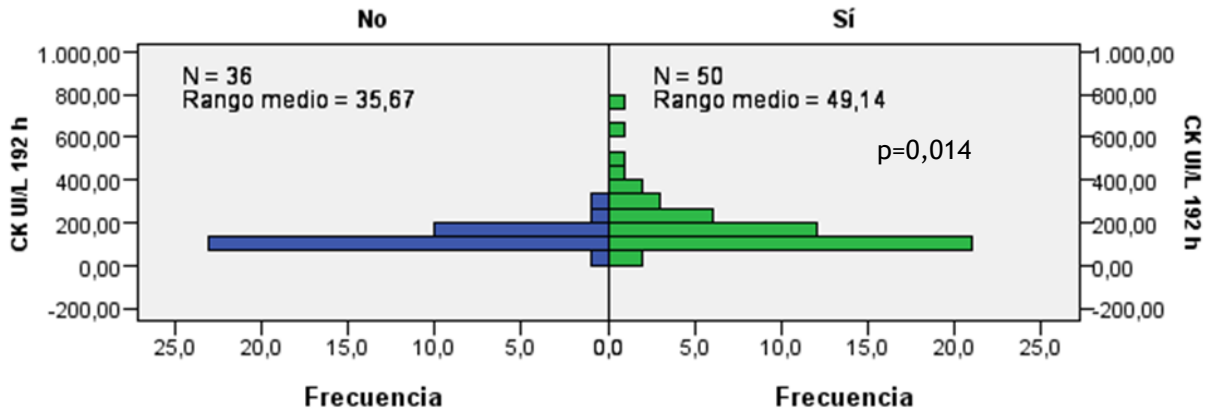


Gráfico 44 Estadísticos de contraste de las CK en función del tipo de recuperación a las 192h.

3) *Tiempo medio de carrera en Maratón.*

De las 7 determinaciones analíticas de CK que realizamos a los corredores que formaban parte de nuestra muestra de estudio, encontramos diferencias estadísticamente significativas en las CK obtenidas en meta, en las que obtuvimos un valor medio de 401,35 UI/L, entre el grupo de corredores que realizó la maratón a una media entre 6:00 el km y 6:20 el km y el resto de corredores de la prueba como muestra el siguiente gráfico. Correr una prueba de maratón a ritmos bajos y un mayor tiempo de carrera conlleva un mayor daño muscular. En el gráfico 45 se muestran los valores de concentración sérica de CK en relación a la velocidad de carrera.

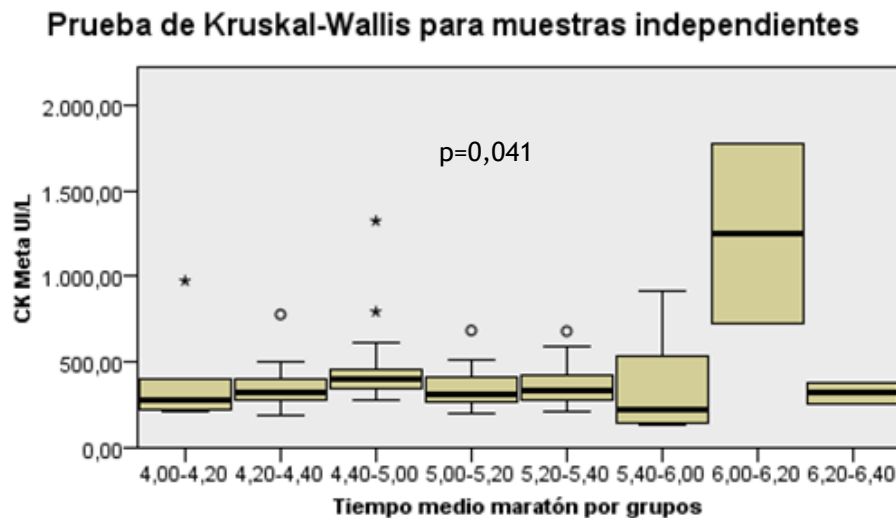


Gráfico 45. Evolución de las CK por velocidad en carrera

4) *Índice de masa corporal. (IMC).*

El índice de masa corporal (IMC) fue uno de los criterios de inclusión para la muestra de estudio, de modo que todos nuestros corredores se encontraban entre 16 y 24,99 de IMC. Dada la sensibilidad de las CK en función del peso del corredor y su IMC, y con el fin de realizar un análisis más exhaustivo de los datos recogidos, subdividimos a los corredores en grupos más específicos (tabla 23).

IMC	Tipo de corredor
18-20	Delgadez aceptable
21-22	Normopeso tipo I
23-24	Normopeso tipo II
25-26	Sobrepeso tipo I

Tabla 23 Clasificación de los corredores en función de su IMC.

Obtuvimos relaciones estadísticamente significativas entre grupos, en las determinaciones ad-hocs en meta, a las 96h y a las 192h, como se puede observar en los gráficos 46, 47 y 48. Por el tipo de correlación observada y su signo, podemos afirmar que los corredores con un índice de masa corporal inferior, presentan una menor elevación de las CK tras la carrera y una mejor recuperación. En nuestra muestra de estudio, los corredores entre 18 y 20 de IMC (delgadez aceptable-normalidad) presentaron unos niveles de CK menos elevados que aquellos que presentaron unos niveles de IMC entre 24 y 26 (normalidad-ligero sobrepeso).

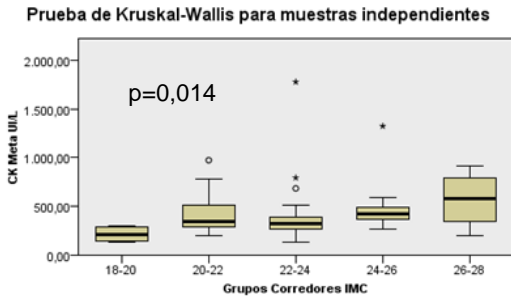


Gráfico 46. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC en meta.

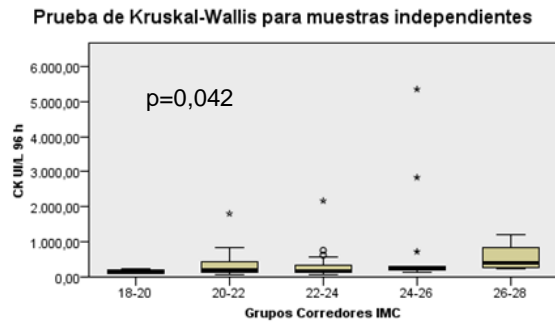


Gráfico 47. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC a las 96h.

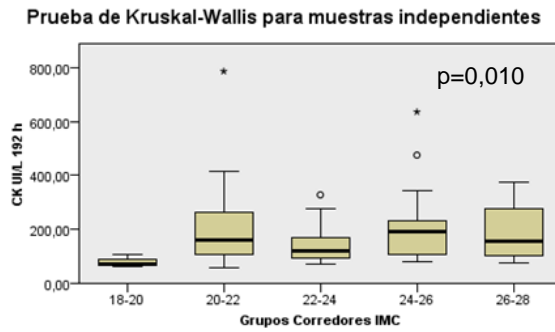


Gráfico 48. Evolución de las CK y estadístico de contraste en función del IMC a las 192h.



## Conclusiones

- La Creatin Kinasa es una enzima que nos sirve para medir el daño muscular tras una prueba de maratón.
- Todos los corredores de nuestra muestra evidenciaron un incremento importante de CK en sangre tras la prueba. El punto máximo de evolución de esta enzima se midió a las 24h y las cifras se normalizaron entre las 144 y 192h tras la prueba.
- Las mujeres presentaron un incremento menor y una mayor recuperación que los hombres, tal vez relacionado con un menor IMC.
- El tipo de recuperación fue determinante para la recuperación muscular tras la maratón. De este modo, los corredores que realizaron reposo Vs recuperación activa, normalizaron con anterioridad el daño muscular. En el tipo de ejercicio de recuperación, los corredores que peor evolucionaron fueron los que hicieron elíptica, aunque no hubo diferencias significativas con la carrera continua.
- El índice de masa corporal fue altamente sensible al daño muscular estudiado. Un bajo índice de masa corporal está relacionado con un menor daño muscular.



## Manifestación de calambres en carrera

### Incidencia de calambres y posibles predictores

La aparición de calambres, percibidos por el corredor como contracciones involuntarias y dolorosas de un músculo o conjunto de músculos, constituyen uno de los factores limitantes del rendimiento más importantes en pruebas de larga distancia, como es la Maratón. La incidencia de calambres durante la carrera en nuestra muestra fue del 24'1% (20 casos de 83 corredores finishers y encuestados en meta). Otros estudios han reportado porcentajes similares en pruebas como un triatlón de distancia Ironman (23%) o un ultratrail de 100 km (23%) (Hoffman & Stuempfle, 2015).

Tradicionalmente, la aparición de calambres en carrera se ha asociado a una deshidratación excesiva acompañada de una depleción electrolítica (especialmente a bajos niveles de sodio). Sin embargo, estudios recientes apuntan a una alteración del control neuromuscular, como consecuencia de una fatiga muscular excesiva, como principal causante de esta sintomatología (Hoffman & Stuempfle, 2015; Schwellnus, 2009). Los estudios realizados hasta el momento en esta línea han constatado que la deshidratación (evaluada como pérdida de peso relativa en meta y/o como densidad urinaria) así como los niveles de sodio en sangre no muestran diferencias significativas entre aquellos deportistas que afirman haber sufrido calambres y los que no en pruebas tanto de triatlón distancia Ironman como de ultratrail (Hoffman & Stuempfle, 2015; Kao et al., 2015; Schwellnus, Allie, Derman, & Collins, 2011; Schwellnus, Drew, & Collins, 2011). Sin embargo, en el estudio realizado por el grupo de investigación de Hoffman y colaboradores se constataron valores significativamente más altos de daño muscular en aquellos corredores que habían sufrido calambres en carrera. Los autores interpretaron estos resultados sugiriendo que dichos corredores habrían sometido a su musculatura a una demanda excesiva de acuerdo a su estado actual de entrenamiento (Hoffman & Stuempfle, 2015).

No se ha contrastado, sin embargo, esta hipótesis en carreras en ruta de larga distancia como es la Maratón. Así pues, nuestro propósito fue evaluar si existían diferencias significativas en los niveles de deshidratación (pérdida de peso relativa durante la carrera y densidad urinaria) y sodio en sangre, así como en dos marcadores de daño muscular (creatina quinasa, CK; lactato deshidrogenasa, LDH) post-carrera entre aquellos corredores que manifestaran haber sufrido

calambres musculares y los que no. Adicionalmente, quisimos comprobar si aquellos deportistas que habían utilizado durante su preparación el gimnasio como medio de entrenamiento (al menos 1 sesión a la semana) presentaban menor incidencia de calambres durante la carrera, ya que se ha demostrado en numerosos estudios que el entrenamiento de fuerza en deportistas de resistencia retrasa la aparición de la fatiga muscular (Damasceno et al., 2015; Ronnestad & Mujika, 2014).

Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas en la densidad urinaria, la concentración de sodio en sangre y la pérdida porcentual de peso entre aquellos corredores que manifestaron haber sufrido calambres en carrera y los que no. Por el contrario, tal y como se observa en la tabla, los niveles en sangre de LDH (en meta) y CK (a las 24h, cuando se registra el pico fisiológico de esta variable) fueron significativamente más altos en aquellos corredores que habían sufrido calambres (tabla 24).

	CALAMBRES	Media	DE	Prueba T Sign. Est.
<b>CK (U/L)</b>	SI	2418,15	2540,63	<b>&lt;0,01</b>
	NO	1177,38	909,11	
<b>LDH (U/L)</b>	SI	364,95	69,34	<b>&lt;0,01</b>
	NO	312,25	52,91	
<b>DENSIDAD URINARIA</b>	SI	1,02	0,01	<b>&gt;0,05</b>
	NO	1,02	0,01	
<b>SODIO (mmol/L)</b>	SI	139,58	2,14	<b>&gt;0,05</b>
	NO	140,66	2,54	
<b>PERDIDA % PESO</b>	SI	3,01%	0,98%	<b>&gt;0,05</b>
	NO	2,89%	1,04%	

Tabla 24. Resultados prueba T para muestras independientes

En segundo lugar, en relación a la posible relación entre la utilización del gimnasio como medio de entrenamiento y la incidencia de calambres en carrera, encontramos que aquellos corredores que sí habían dedicado al menos 1 sesión a la semana a entrenar la fuerza presentaron una incidencia del 14'3% frente al 31'3% de aquellos que no habían utilizado el gimnasio durante su preparación; siendo esta diferencia muy cercana a la significación estadística ( $p=0,074$ ) (tabla 25). Sin embargo, no hemos hallado, a diferencia de estudios anteriores (Schwellnus, Allie, et al., 2011; Schwellnus, Drew, et al., 2011), diferencias significativas en los niveles de daño muscular (CK y LDH) pre-carrera o la velocidad de carrera (expresada tanto en valor absoluto como en relación a la máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo) entre los corredores que sufrieron calambres durante la Maratón y los que no.

			CALAMBRES		Chi Cuadrado <i>Sign. Est.</i>
			SI	NO	
<b>GIMNASIO</b>	<b>SI</b>	Núm. de casos	5	30	<b>0,074</b>
		% de casos	<b>14,3%</b>	<b>85,7%</b>	
	<b>NO</b>	Núm. de casos	15	33	
		% de casos	<b>31,3%</b>	<b>68,8%</b>	
<b>Total</b>		Núm. de casos	20	63	
		% de casos	24,1%	75,9%	

Tabla 25. Resultados prueba Chi Cuadrado

Por tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que la incidencia de calambres musculares durante una Maratón parece estar más relacionada con el daño muscular que sufre el corredor y no con los niveles de deshidratación y depleción electrolítica, tal y como otros autores habían mostrado anteriormente en pruebas de triatlón distancia Ironman y en ultratrail (Hoffman & Stuempfle, 2015; Kao, et al., 2015; Schwellnus, Allie, et al., 2011; Schwellnus, Drew, et al., 2011). Además, nuestro estudio muestra de manera innovadora como la realización de un entrenamiento específico de fuerza durante la preparación de la Maratón reduce las posibilidades de sufrir calambres en carrera.



## V. Componente ventilatorio y cardiaco

### **Predicción del rendimiento a partir de datos ergoespirométricos, composición corporal y aptitud neuromuscular**

En la literatura científica, se ha descrito clásicamente el rendimiento en pruebas de resistencia de larga duración, como la Maratón, en función de tres variables fisiológicas: el Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_{2max}$ ), el coste energético o economía de carrera (EC) y la máxima fracción del  $VO_{2max}$  que el atleta era capaz de tolerar en competición (F) (di Prampero, Atchou, Bruckner, & Moia, 1986). Sin embargo, en los últimos años se está prestando cada vez mayor atención a otras variables como la participación de las diferentes vías energéticas implicadas en la producción de energía, más específicamente a la máxima capacidad del organismo de generar energía a partir del metabolismo lipídico (máxima capacidad de oxidación de grasas) (Frandsen, Vest, Larsen, Dela, & Helge, 2017; Randell et al., 2017). Al mismo tiempo, diferentes estudios han mostrado que tanto la composición corporal como la aptitud neuromuscular pueden estar relacionados con el rendimiento en Maratón (Salinero et al., 2017).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio nos muestran que los participantes analizados fueron capaces de mantener una velocidad durante la Maratón equivalente al  $85'28 \pm 6'87\%$  de la velocidad a la que se situaba su segundo umbral ventilatorio o umbral de compensación respiratoria (VT2). Mientras que, considerada como porcentaje de la máxima velocidad alcanzada durante la prueba de esfuerzo, dicha velocidad equivaldría al  $70'40 \pm 5'17\%$ . Estos datos se mantienen constantes si incluimos en el análisis únicamente a aquellos atletas que afrontaron la Maratón de Valencia como su objetivo principal de la temporada ( $85'42 \pm 7'22\%$  y  $70'53 \pm 5'31\%$ ). En cuanto a la frecuencia cardiaca (FC), el pulso medio que registraron los corredores durante la Maratón se corresponde con el  $96 \pm 5'06\%$  de la FC a la que se situaba VT2 y con el  $89 \pm 3'58\%$  de la FC máxima registrada durante la prueba de esfuerzo. De nuevo, estos datos permanecen muy similares cuando incluimos en el análisis únicamente a aquellos atletas que afrontaron la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp como su objetivo principal de la temporada ( $96 \pm 5'25\%$  y  $89 \pm 3'52\%$ ).

Una vez conocidos los datos descriptivos relativos tanto a la velocidad como a la FC que los atletas estudiados registraron en carrera en relación a los valores obtenidos en su prueba de esfuerzo, un segundo propósito de este bloque de análisis consistía en explorar las posibles relaciones entre el rendimiento en carrera y las variables ergoespirométricas, de composición corporal y de aptitud neuromuscular. En la tabla que mostramos a continuación (tabla 26) se puede observar como existe una correlación significativa entre la velocidad de carrera y parámetros que podemos agrupar en las siguientes categorías: Variables relativas a la velocidad y el VO<sub>2</sub>; variables relativas a las vías energéticas y variables relativas a la composición corporal y la aptitud neuromuscular.

		Vel_ VT1	Vel_ VT2	Vel_ Max	VT1_ %VO2máx	VT2_ %VO2máx	VO2máx
<b>Velocidad Maratón<sup>1</sup></b>	Correlación de Pearson	<b>0,598</b>	<b>0,568</b>	<b>0,664</b>	-0,083	<b>-0,251</b>	<b>0,548</b>
	Sig. (bilateral)	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,443	<b>0,018</b>	<b>0,000</b>
<b>Velocidad Maratón<sup>2</sup></b>	Correlación Parcial	<b>0,504</b>	<b>0,467</b>	<b>0,579</b>	-0,021	-0,149	<b>0,434</b>
	Sig. (bilateral)	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,847	0,168	<b>0,000</b>
<b>Velocidad Maratón<sup>3</sup></b>	Correlación Parcial	<b>0,438</b>	<b>0,353</b>	<b>0,521</b>	-0,070	<b>-0,281</b>	<b>0,394</b>
	Sig. (bilateral)	<b>0,000</b>	<b>0,004</b>	<b>0,000</b>	0,578	<b>0,023</b>	<b>0,001</b>

Tabla 26. Resultados Correlación Pearson Variables de Velocidad y VO<sub>2</sub> (Modelo 1: Correlación de Pearson; Modelo 2: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género; Modelo 3: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género e incluyendo solo los corredores que consideraban la Maratón de Valencia como objetivo principal).

Abreviaturas: Vel\_VT1, Velocidad en el VT1; Vel\_VT2, Velocidad en el VT2; Vel\_Max, Velocidad Máxima; VT1\_%VO<sub>2</sub>máx, porcentaje del VO<sub>2</sub>máx al que se sitúa el VT1; VT2\_%VO<sub>2</sub>máx, porcentaje del VO<sub>2</sub>máx al que se sitúa el VT2; VO<sub>2</sub>máx, consumo de oxígeno máximo.

Considerando el modelo más restrictivo (modelo 3), en el que se controla el posible efecto de la variable género y se incluyen únicamente aquellos atletas que afrontaron la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp como su objetivo principal de la temporada, dentro del primer bloque muestran una correlación significativa ( $p < 0,01$ ) y de magnitud moderada ( $r > 0,3$ ) la velocidad en el VT1 y el VT2 y el VO<sub>2</sub>max; mientras que el porcentaje al cual se sitúa el VT2 respecto al VO<sub>2</sub>máx muestra una asociación débil ( $r < 0,3$ ) y la máxima velocidad alcanzada en la prueba de esfuerzo una relación fuerte ( $r > 0,5$ ). Utilizando el mismo modelo, dentro del segundo bloque, encontramos una correlación significativa con la velocidad de Maratón y el Cociente de

intercambio ventilatorio (RER) en el VT1 (asociación débil) y el VT2 (asociación moderada), así como con el pico de oxidación de grasas (asociación moderada) (tabla 27). Finalmente, dentro del tercer bloque, referido a las variables de composición corporal y aptitud neuromuscular, muestran una correlación significativa y de magnitud moderada el porcentaje de masa grasa y de masa muscular (tabla 28).

		RER_VT1	RER_VT2	RER_Max	MAX OXID LIP	FAT MAX	EC_VO	EC_Kcal
Velocidad Maratón <sup>1</sup>	Correlación de Pearson	0,069	<b>-0,364</b>	-0,172	<b>0,307</b>	0,180	0,014	-0,035
	Sig. (bilateral)	0,524	<b>0,000</b>	0,108	<b>0,004</b>	0,094	0,900	0,752
Velocidad Maratón <sup>2</sup>	Correlación Parcial	0,056	<b>-0,352</b>	-0,180	<b>0,294</b>	<b>0,228</b>	0,076	0,021
	Sig. (bilateral)	0,609	<b>0,001</b>	0,100	<b>0,006</b>	<b>0,036</b>	0,492	0,852
Velocidad Maratón <sup>3</sup>	Correlación Parcial	<b>-0,252</b>	<b>-0,439</b>	-0,207	<b>0,345</b>	0,132	0,116	0,072
	Sig. (bilateral)	<b>0,047</b>	<b>0,000</b>	0,104	<b>0,006</b>	0,302	0,366	0,575

Tabla 27. Resultados Correlación Pearson Variables relativas a las vías energéticas (Modelo 1: Correlación de Pearson; Modelo 2: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género; Modelo 3: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género e incluyendo solo los corredores que consideraban la Maratón de Valencia como objetivo principal)

Abreviaturas: RER\_VT1, Cociente de Intercambio Respiratorio en el VT1; RER\_VT2, Cociente de Intercambio Respiratorio en el VT2; RER\_MAX, Cociente de Intercambio Respiratorio en la velocidad máxima; MAX OXID LIP, Pico de oxidación de grasas (g/min/kg); FAT MAX, Porcentaje del VO<sub>2</sub>max donde se sitúa el pico de oxidación de grasas; EC\_VO<sub>2</sub>, coste energético a 12 km/h (11 km/h en mujeres) en ml O<sub>2</sub>/kg/km; EC\_Kcal, coste energético a 12 km/h (11 km/h en mujeres) en kcal/kg/km

		IMC	%MASA GRASA	%MASA MUSCULAR	SJ
Velocidad Maratón <sup>1</sup>	Correlación de Pearson	-0,052	<b>-0,506</b>	<b>0,497</b>	<b>0,224</b>
	Sig. (bilateral)	0,642	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,036</b>
Velocidad Maratón <sup>2</sup>	Correlación Parcial	0,057	<b>-0,387</b>	<b>0,369</b>	-0,007
	Sig. (bilateral)	0,612	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	0,947
Velocidad Maratón <sup>3</sup>	Correlación Parcial	0,074	<b>-0,356</b>	<b>0,355</b>	0,061
	Sig. (bilateral)	0,569	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	0,642

Tabla 28. Resultados Correlación Pearson Variables relativas a las vías energéticas (Modelo 1: Correlación de Pearson; Modelo 2: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género; Modelo 3: Correlación Parcial controlando el efecto de la variable género e incluyendo solo los corredores que consideraban la Maratón de Valencia como objetivo principal)

Abreviaturas: IMC, Índice de Masa Corporal; %Masa Grasa, Porcentaje de masa grasa; %Masa Muscular, Porcentaje de masa muscular; SJ, Squat Jump

Una vez conocidos los resultados de los análisis de correlación, como siguiente paso dentro de este bloque del estudio, nos planteamos que variables de aquellas que habían mostrado una asociación significativa y al menos de magnitud moderada conservaban su capacidad predictiva cuando las introdujéramos en un modelo de regresión múltiple por pasos (considerando también únicamente aquellos atletas que afrontaron la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp como su objetivo principal de la temporada), así como la capacidad predictiva global del modelo obtenido. De este modo, encontramos un modelo predictivo estadísticamente significativo ( $f = 30,963$ ;  $p < 0,001$ ) formado únicamente por dos factores que justifican un 48% de la varianza; y que, por tanto, siguiendo las recomendaciones de diversos autores (Cohen, 1988), podemos considerar que tiene repercusión clínica. Considerando estos resultados, dentro del conjunto de datos que nos aporta una prueba de esfuerzo con análisis del consumo de gases, la velocidad máxima alcanzada por el corredor junto con el cociente de intercambio respiratorio registrado en el momento en el que alcanza el VT2 (variable que nos informa sobre la utilización que hace el corredor a intensidades submáximas de las diferentes vías energéticas) serían los dos factores de mayor relevancia para predecir el rendimiento de dicho corredor en una Maratón (tablas 29 y 30).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,647(a)	0,419	0,410	0,87930
2	0,704(b)	0,496	0,480	0,82582

Tabla 29. Resumen del modelo de Regresión Lineal Múltiple

a. Variables predictoras: (Constante), VMAX\_VEL

b. Variables predictoras: (Constante), VMAX\_VEL, AT\_RER

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	35,714	1	35,714	46,192	0,000(a)
	Residual	49,483	64	0,773		
	Total	85,197	65			
2	Regresión	42,232	2	21,116	30,963	0,000(b)
	Residual	42,965	63	0,682		
	Total	85,197	65			

Tabla 30. ANOVA del modelo de Regresión Lineal Múltiple

a. Variables predictoras: (Constante), VMAX\_VEL

b. Variables predictoras: (Constante), VMAX\_VEL, AT\_RER

c. Variable dependiente: VEL\_MAR

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	(Constante)	1,509	1,528		0,987	0,327
	VMAX_VEL	0,615	0,091	0,647	6,796	0,000
2	(Constante)	10,612	3,276		3,240	0,002
	VMAX_VEL	0,544	0,088	0,573	6,179	0,000
	AT_RER	-7,826	2,532	-0,287	-3,092	0,003

Tabla 31. Coeficientes del modelo de Regresión Lineal Múltiple  
a. Variable dependiente: VEL\_MAR

Y como cierre a este grupo de análisis, considerando el modelo clásico de rendimiento que exponíamos al inicio (di Prampero, et al., 1986) y que contemplaba como una de las tres variables determinantes en pruebas de resistencia de larga duración la máxima fracción del VO<sub>2</sub>max que el atleta era capaz de tolerar en competición, hemos seguido la misma estrategia de análisis utilizada para la predicción de la velocidad en Maratón como valor absoluto para la velocidad en Maratón expresada como porcentaje de la máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo. Utilizando una correlación parcial controlando el efecto de la variable género e incluyendo únicamente aquellos atletas que afrontaron la Maratón de Valencia Fundación Trinidad Alfonso edp como su objetivo principal de la temporada, obtenemos una relación significativa con el RER en el VT2 ( $r=-0,32$ ;  $p<0,01$ ) y con el pico de oxidación de grasas ( $r=0,27$ ;  $p<0,05$ ). Sin embargo, el análisis de regresión lineal múltiple nos muestra que esta última no tiene un efecto predictivo independiente del RER en el VT2, y el modelo generado en base a esta única variable, aunque significativo ( $f=6,942$ ;  $p=0,011$ ), solo es capaz de explicar un 8% de la varianza. Podemos concluir por tanto que el porcentaje de la velocidad máxima alcanzada durante una prueba de esfuerzo que luego el corredor es capaz de mantener durante la Maratón no puede predecirse en base a las variables estudiadas (ergoespirométricas, composición corporal y capacidad de salto), aunque parece que una mayor utilización de grasas (RER más bajo en el VT2) a intensidades submáximas podría relacionarse con una mayor capacidad para sostener velocidades relativas de carrera más elevadas.

## Maratón y daño cardiaco

Los efectos beneficiosos del ejercicio físico realizado de manera regular y a intensidad moderada sobre la salud global son irrefutables (Warburton, Nicol, & Bredin, 2006); sin embargo, las consecuencias agudas y crónicas de realizar pruebas de resistencia de larga duración, como la Maratón, a la máxima intensidad tolerable todavía no se conocen con exactitud, especialmente en lo que concierne al corazón (Sharma, Merghani, & Mont, 2015). De hecho, numerosos estudios han documentado elevaciones en biomarcadores de daño cardiaco (p.ej. troponina T) en sujetos aparentemente sanos después de carreras de Maratón y ultramaratón. Un metanálisis en el que se incluyeron 1120 deportistas de resistencia y 26 estudios que habían empleado análisis de 2ª y 3ª generación de troponinas cardiacas reportaron una incidencia de concentraciones por encima de los valores de referencia del 47% (Shave et al., 2007). Además, diferentes estudios han observado que paralelamente a estos incrementos en la concentración de troponinas se producían anomalías transitorias tanto en la función ventricular (Passaglia et al., 2013; Vitiello et al., 2013) como auricular (Wilhelm et al., 2014). Este hecho, unido al drástico incremento que se ha producido en la participación en los principales Maratones del mundo, como es el caso de Valencia, ha originado una cierta preocupación entre corredores, médicos e investigadores.

Los resultados obtenidos en este estudio nos muestran que antes de la carrera las concentraciones de Troponina T de alta sensibilidad (hs-TNT) fueron negativas (por debajo del límite de medición) en 19 corredores (un 20'2% del total), estuvieron por debajo del límite superior de referencia (URL, 14 ng/L) en 71 corredores (75'5% del total), mientras que 4 corredores superaron dicho límite (4'3% del total) aunque ninguno de ellos sobrepasó el umbral de 30 ng/L que se emplea como indicativo de sospecha de posible lesión miocárdica. En los análisis post-carrera se evidenció un aumento significativo en la concentración de este biomarcador. Únicamente 4 corredores (un 4'7% del total) mostraron valores por debajo del URL y en 54 participantes (un 62'8% del total) la concentración de hs-TNT superó el umbral de 30 ng/L que se emplea como indicativo de sospecha de posible lesión miocárdica. Sin embargo, 24 horas después de la Maratón encontramos una normalización de los valores analíticos en un amplio porcentaje de los corredores evaluados. 52 participantes (un 60'9% del total) mostraron una concentración de hs-TNT por debajo del URL y únicamente 7 corredores (un 8'1% del total)

seguían sobrepasando el umbral de 30 ng/L. Este porcentaje se redujo hasta un 3'5% (3 corredores) a las 48h post-carrera mientras que 4 días después de la Maratón solo encontramos ya un corredor con una concentración de hs-TNT por encima del URL (gráfico 49).

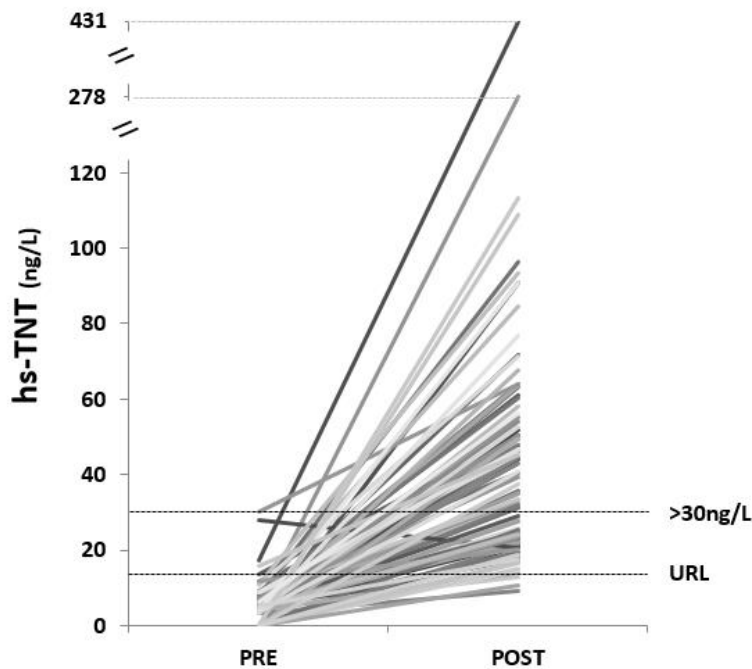


Gráfico 49. Evolución Hs-TNT pre-post carrera

Complementariamente a la distribución de frecuencias que exponíamos en el párrafo anterior, el seguimiento longitudinal de la concentración de hs-TNT durante la recuperación post-maratón analizado mediante un ANOVA de medidas repetidas nos permite observar que a las 96 horas los valores registrados dejan de ser significativamente diferentes de los obtenidos antes de la carrera. Esta normalización ocurre indistintamente del protocolo de recuperación empleado (reposo, carrera continua o elíptica) (gráfico 50).

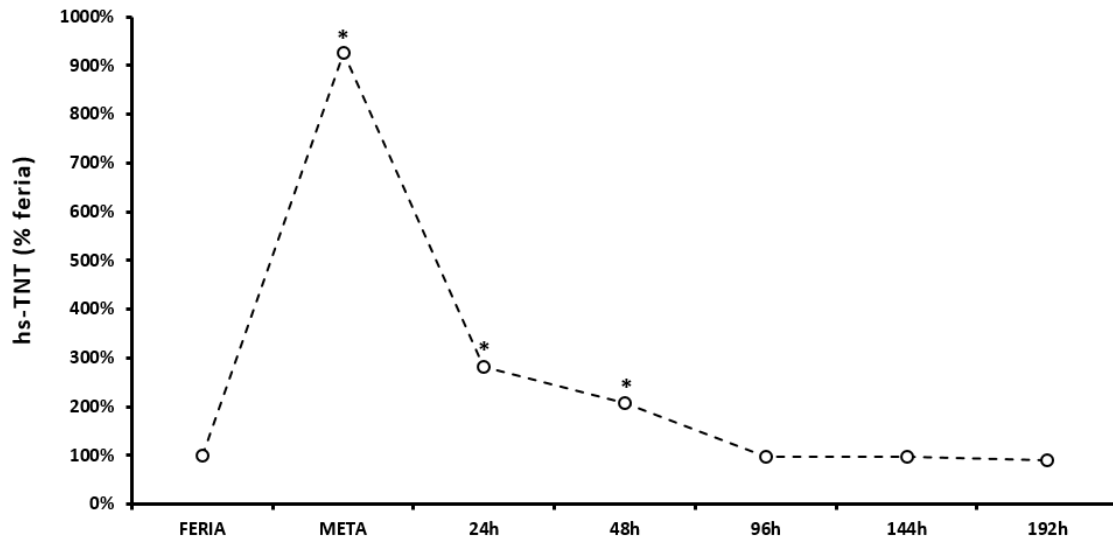
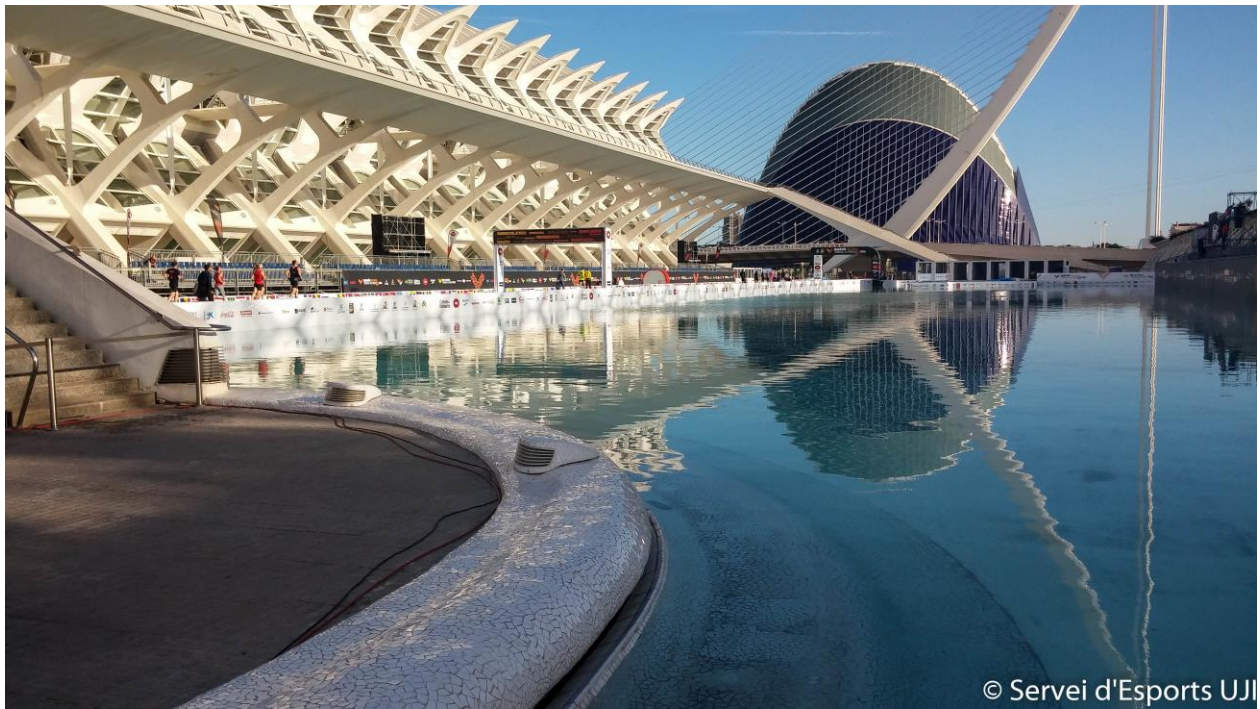


Gráfico 50. Evolución Hs-TNT durante la semana posterior a la carrera.  
 \* Significativamente diferente del valor medido antes de la carrera



© Servei d'Esports UJI



## VI. Aspectos actitudinales y psicológicos

### Calidad de vida.

El concepto de salud ha evolucionado constantemente. Actualmente se concibe como “un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”, según la definición de la OMS. En anteriores concepciones, la salud se entendía como algo opuesto a la enfermedad y se consideraban como indicadores de salud: la mortalidad, la morbilidad, la utilización de recursos y gastos, entre otros. Pero en la actualidad la nueva concepción de salud hace necesarios otros indicadores de salud entre los que se encuentra el concepto de percepción de calidad de vida. Esta, se refiere a la percepción subjetiva de aspectos importantes de la vida de una persona, es decir, tiene que ver con el significado que la gente le atribuye. Y dentro de este concepto, cada vez cobra más importancia la calidad de vida Relacionada con la Salud (CVRS) que es el aspecto de la calidad de vida que se refiere específicamente a la salud de una persona.

Para medir la Percepción de la CVRS existen varios instrumentos validados. Uno de ellos es el cuestionario SF-12, de utilidad por su tamaño, sencillez y sus buenas propiedades psicométricas, con un amplio uso a nivel mundial que abala su utilidad. Es una escala que proporciona un perfil del estado de salud y es aplicable tanto a los subgrupos específicos como a la población general, permitiendo valorar el estado de salud de personas individuales. El instrumento consta de 12 ítems, con opciones de respuesta tipo Likert de 2, 3, 5 o 6 puntos. A mayor puntuación mejor es el estado de salud que presenta la persona. Para poder interpretar las puntuaciones, el instrumento agrupa las puntuaciones en 8 dimensiones en porcentajes y el rango de puntuación va de 0 a 100. De las 8 dimensiones obtenemos la puntuación de dos componentes sumatorios de la percepción de calidad de vida, el Componente Sumatorio Físico (CSF) y el Componente Sumatorio Mental (CSM) y cuyas puntuaciones nos permiten la comparación con la muestra general de españoles, según edad y sexo.

En función del percentil obtenido en el componente mental y físico, y siguiendo las normas poblacionales de las puntuaciones sumario, por grupo de edad y sexo, obtendremos las puntuaciones individuales para el componente sumario físico y mental.

Las 8 dimensiones medidas a través del cuestionario SF-12 son las siguientes:

1. **Función Física (FF).** Grado en el que la falta de salud limita las actividades físicas de la vida diaria, como el cuidado personal, caminar, subir escaleras, coger o transportar cargas, y realizar esfuerzos moderados e intensos.
2. **Rol Físico (RF).** Grado en el que la falta de salud interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, produciendo como consecuencia un rendimiento menor del deseado, o limitando el tipo de actividades que se puede realizar o la dificultad de las mismas.
3. **Dolor Corporal (DC).** Medida de la intensidad del dolor padecido y su efecto en el trabajo habitual y en las actividades del hogar.
4. **Salud General (SG).** Valoración personal del estado de salud, que incluye la situación actual, las perspectivas futuras y la resistencia a enfermar.
5. **Vitalidad (VT).** Sentimiento de energía y vitalidad, frente al de cansancio y desánimo.
6. **Función Social (FS).** Grado en el que los problemas físicos o emocionales derivados de la falta de salud interfieren en la vida habitual)
7. **Rol Emocional (RE).** Grado en el que los problemas emocionales afectan al trabajo y otras actividades diarias, considerando la reducción del tiempo dedicado, disminución del rendimiento y del esmero en el trabajo).
8. **Salud Mental (SM).** Valoración de la salud mental general, considerando la depresión, ansiedad, autocontrol y bienestar general).

#### Descriptivo de los resultados obtenidos de calidad de vida.

Las puntuaciones medias obtenidos en la muestra de corredores para la puntuación sumario componente Salud física fue de 55,08 de y la puntuación sumario componente Salud mental fue de 54,10.

La comparativa por sexos puede observarse en el gráfico 51.

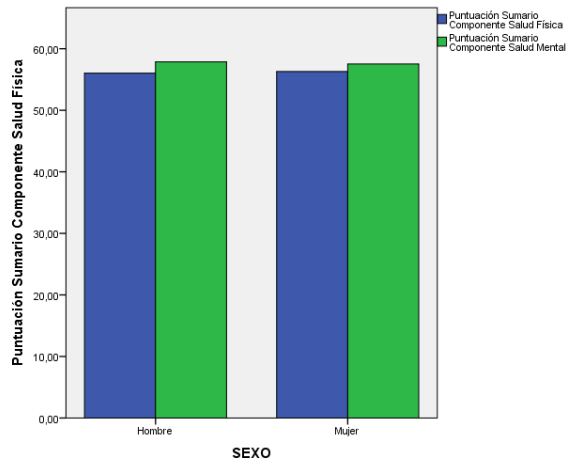


Gráfico 51. Distribución Sumatorio Físico y Mental por sexos.

La comparativa por edades, en función de la clasificación utilizada por la OMS en este cuestionario para población general, se puede observar en la tabla 32

		N	Media Corredores maratón	Media Población de Referencia	P
Puntuación Sumario Componente Salud Física	25-34 años	13	56,3562	55,77	0,001
	35-44 años	72	56,0296	55,09	0,001
	45-54 años	1	55,5600	53,12	*
	Total	86	56,0735		
Puntuación Sumario Componente Salud Mental	25-34 años	13	57,6023	52,39	0,003
	35-44 años	72	57,8810	52,56	0,001
	45-54 años	1	56,1200	53,09	*
	Total	86	57,8184		

Tabla 32. Puntuaciones medias Sumatorio Físico y Mental por periodos de edad. Estadísticos de contraste con la población de referencia para rango de edad.

Comparación entre la calidad de vida de la muestra de estudio y la población de referencia.

Tal y como observamos en la tabla 32 existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias por rango de edad de nuestra muestra y las puntuaciones medias de la población general de referencia. Estas diferencias estadísticas y el sentido de la correlación se mantiene en todos los rangos de edad y en ambos sexos.

Con estos datos podemos afirmar que la percepción sobre su propia salud, medida a través de la calidad de vida, es superior entre los corredores que conforman nuestra media y los valores medios en la población general de referencia, para los mismos rangos de edad y sexo, tanto en el sumatorio del componente físico como en el mental



© Servei d'Esports UJI

Relación entre la calidad de vida y las variables de estudio.

Las relaciones entre las puntuaciones medias del componente sumatorio físico y el sumatorio componente mental con las distintas variables de estudio, se recogen en la tabla 33.

	Sumatorio Componente Físico	Sumatorio Componente Mental
<b>Edad</b>	0,001*	0,231
<b>Sexo</b>	0,001*	0,065
<b>Puntuación Adicción</b>	0,337	0,465
<b>Tener entrenador</b>	0,753	0,259
<b>Días de entrenamiento</b>	0,793	0,197
<b>Uso de Gimnasio</b>	0,193	0,604
<b>IMC</b>	0,682	0,858
<b>Nivel de estudios</b>	0,144	0,694
<b>Estado civil</b>	0,898	0,102
<b>Tipo de actividad laboral</b>	0,288	0,235

Tabla 33. Relación entre la calidad de vida y las variables de estudio.

1. *Calidad de Vida y Sexo.*

Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las medias del Sumatorio del Componente Físico entre hombres y mujeres ( $p=0,001$ ). La correlación es positiva y el rango medio medido en las mujeres es sensiblemente superior que en los hombres (gráfico 52).

Esta diferencia significativa no es hallada para el Sumatorio del Componente Salud Mental ( $p=0,065$ )

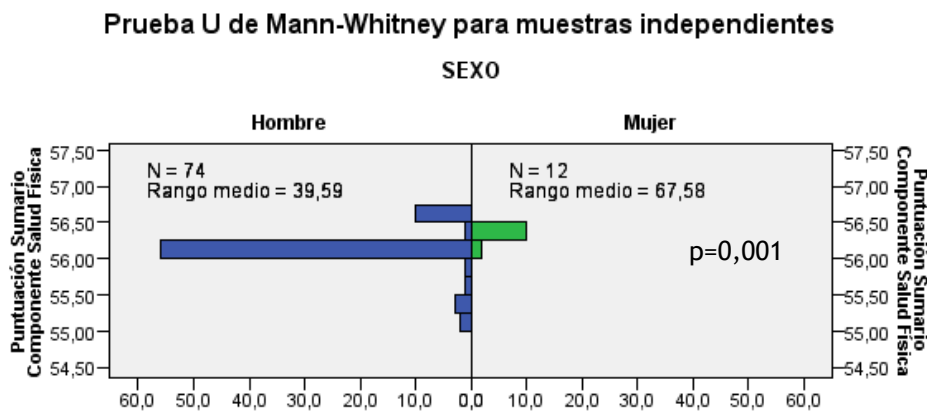


Gráfico 52. Puntuaciones sumatorias componente físico según sexo y estadístico de contraste.

2. *Calidad de vida y Edad.*

Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las medias del Sumatorio del Componente Físico de los corredores de nuestra muestra en función de su grupo de edad ( $p=0,001$ ). La correlación es negativa de modo que a menor edad mayor puntuación media del Sumatorio Componente Físico (gráfico 53).

Esta diferencia significativa no es hallada para el Sumatorio del Componente Salud Mental ( $p=0,231$ )

**Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes**

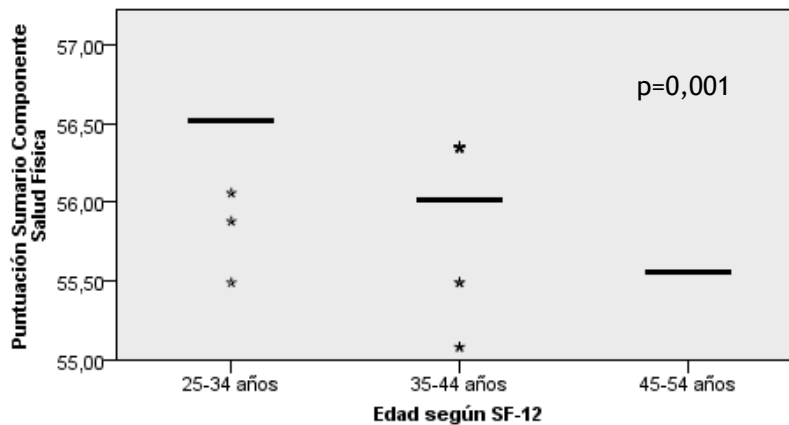


Gráfico 53. Evolución del sumatorio componente salud física por grupos edad y estadístico de contraste.



Valor predictivo de la relación entre las variables y la calidad de vida.

Con los datos obtenidos del estudio inferencial de la Calidad de Vida con el conjunto de las variables de estudio y realizando una regresión lineal múltiple, siguiendo el método “stepwise” o por pasos, podemos conocer el valor predictivo de la asociación conjunta de diversas variables de estudio que han mostrado tener una relación estadística significativa con la variable dependiente.

De este modo encontramos un modelo predictivo estadísticamente significativo ( $F=22,894$   $p=0,001$ ), para el **Sumatorio del Componente Físico** formado únicamente por dos factores que justifican un 34.3% de la varianza y que por lo tanto, podemos considerar que tiene un alto valor predictivo, siempre siendo prudentes por el tamaño muestral. Estos dos factores son la edad, según las categorías utilizadas por la OMS para desarrollar el cuestionario SF-12 y en segundo lugar el sexo ( $R^2$  ajustado =0,343) (tabla 34).

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,475 <sup>a</sup>	0,226	0,216	0,24226
2	0,599 <sup>b</sup>	0,358	0,343	0,22189
a. Predictores: (Constante), Edad según SF-12				
b. Predictores: (Constante), Edad según SF-12, SEXO				

Tabla 34. Resumen del modelo obtenido en la ecuación de regresión lineal para la calidad de vida componente sumatorio salud física.

De este modo, un importante porcentaje de la varianza en relación al componente físico de la calidad de vida puede ser explicado por encontrarse en franjas de edad más jóvenes, entre 25 y 34 años, y el sexo biológico, en este caso ser mujer.

### Relación entre la calidad de vida y la adicción al deporte.

No encontramos diferencias significativas entre los componentes sumatorios físico y mental de la calidad de vida y la puntuación total del cuestionario de adicción al deporte, sin embargo, hallamos interesantes diferencias estadísticamente significativas entre algunos de los componentes que conforman la calidad de vida y algunos de los criterios que forman parte de la adicción al deporte. Dichas relaciones son expuestas a continuación:

#### 1. *Dolor corporal Vs Continuidad*

Encontramos relación significativa ( $p=0,005$ ) entre dichas variables, por lo que podemos concluir que el componente **Dolor corporal de la calidad de vida**, con el que se mide la intensidad del dolor padecido y su efecto en el trabajo habitual y en las actividades del hogar, tiene un efecto directo sobre el criterio **Continuidad de la adicción** que mide el hecho de que se siga practicando ejercicio a pesar de saber que se posee algún problema físico o psicológico persistente que probablemente ha sido causado o exacerbado por la práctica de ejercicio. Dicha correlación es de signo negativo ( $F=-0,301$ ), de modo que cuando aumenta una de las variables disminuye la otra y viceversa, a mayor puntuación en Dolor, menor puntuación en Continuidad (tabla 35).

Correlaciones			
		Dolor Corporal QoL	Continuidad Adicción
Dolor Corporal QoL	Correlación de Pearson	1	-0,301**
	Sig. (bilateral)		0,005
	N	86	86
Continuidad Adicción	Correlación de Pearson	-0,301**	1
	Sig. (bilateral)	0,005	
	N	86	86

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 35. Correlación entre dolor corporal y continuidad Adicción. Estadístico de contraste.

#### 2. *Factor Tiempo en adicción y la calidad de vida.*

Hallamos múltiples relaciones estadísticamente significativas entre el **Factor tiempo en la adicción**, en el que se incidía sobre el hecho de que el corredor maratoniano invierte mucho



tiempo en la práctica de ejercicio ocupando gran parte del tiempo libre y algunas dimensiones de calidad de vida con las que mostró tener relación (tabla 36).

- Con el componente **Rol físico de la Calidad de vida** ( $p=0,001$ ), que mide el grado en el que la falta de salud interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, produciendo como consecuencia un rendimiento menor del deseado, o limitando el tipo de actividades que se puede realizar o la dificultad de las mismas. La correlación es positiva, de modo que ambas aumentan simultáneamente.
- Con el componente **Dolor Corporal de la Calidad de Vida** ( $p=0,003$ ), que mide la intensidad del dolor corporal y como su efecto interfiere en el trabajo habitual y en las actividades del hogar. La correlación es positiva, de modo que ambas aumentan simultáneamente
- Con el **componente Sumatorio Físico** ( $p=0,001$ ) que mide la Valoración de la salud física general. La correlación es positiva, de modo que ambas aumentan simultáneamente

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Puntuación Sumario Componente Salud Física	Entre grupos	1,811	13	0,139	2,238	0,016
	Dentro de grupos	4,483	72	0,062		
	Total	6,295	85			
Rol Físico QoL	Entre grupos	3372,151	13	259,396	3,450	0,000
	Dentro de grupos	5414,187	72	75,197		
	Total	8786,337	85			
Dolor Corporal QoL	Entre grupos	958,675	13	73,744	2,732	0,003
	Dentro de grupos	1943,651	72	26,995		
	Total	2902,326	85			

Tabla 36. Relaciones entre el criterio Tiempo adicción y factores de calidad de vida. Estadístico de contraste

### Conclusiones

- La calidad de vida relacionada con la salud, medida a través del cuestionario SF-12, es superior en los corredores maratonianos que la media de la población de referencia en rangos de edad y sexo.
- Las únicas variables que han tenido una relación significativa con la calidad de vida, han sido la edad y el sexo. En los corredores más jóvenes y en las mujeres la calidad de vida es superior.
- Existen relaciones entre la calidad de vida y la adicción al deporte. Están relacionados el dolor corporal y el criterio continuidad de adicción, orientado a continuar haciendo ejercicio a pesar de tener algún problema físico derivado del mismo.
- El factor tiempo en adicción es el que más influye directamente sobre la calidad de vida de los corredores, en relación a la interferencia en el trabajo y otras actividades diarias, el dolor corporal y el componente sumatorio físico.



### Adicción al ejercicio físico

Pese a que la dependencia del ejercicio aún no ha sido reconocida como un trastorno, estudios recientes han comenzado a estudiarla como un problema psicológico en aumento, basándose en las características de la dependencia a sustancias reflejadas en el manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales (DSM-IV).

Se puede definir la dependencia al ejercicio como un patrón desadaptativo multidimensional, que conduce a un significativo deterioro clínico o aflicción, y que se manifiesta mediante la presencia de tres o más de los siguientes criterios:

1. Tolerancia: se define por la necesidad de incrementar significativamente la cantidad de ejercicio para conseguir los efectos deseados o por la disminución de los efectos si se continúa con la misma cantidad de ejercicio.
2. Abstinencia: se manifiesta por síntomas de abstinencia del ejercicio al producirse la privación, tales como la ansiedad y la fatiga, o por una realización de ejercicio para aliviar los síntomas de abstinencia.
3. Efectos deseados: el ejercicio se realiza a menudo en cantidades mayores o períodos más largos de lo que inicialmente se había planificado. La persona espera realizar una cantidad de ejercicio determinada y acaba haciendo más de lo deseado.
4. Pérdida de control: hay un deseo persistente o esfuerzo sin éxito para reducir o controlar el ejercicio que se lleva a cabo.
5. Tiempo: se invierte mucho tiempo en la práctica de ejercicio, ocupando gran parte del tiempo libre.
6. Reducción de otras actividades: existe un conflicto con la realización de otras actividades, de tal forma que importantes actividades sociales, ocupacionales y recreativas son abandonadas o reducidas a causa del ejercicio
7. Continuación: se sigue practicando ejercicio a pesar de saber que se posee algún problema físico o psicológico persistente que probablemente ha sido causado o exacerbado por la práctica de ejercicio.

Para evaluar el grado de dependencia (adicción) al ejercicio físico, se han desarrollado una serie de herramientas validadas como la Escala Revisada de Dependencia del Ejercicio (EDS-R), que

en este caso se utilizó para medir el grado de dependencia para la muestra a estudio de los corredores del maratón de Valencia.

Este instrumento evalúa el grado de dependencia (adicción) del ejercicio que tiene una persona. Consta de 21 ítems, que hacen referencia a creencias y comportamientos que han ocurrido en los últimos 3 meses. Nos permite obtener una puntuación global de dependencia, así como clasificar a los sujetos en tres grupos:

1. En riesgo de dependencia (puntuaciones 5-6 en al menos tres de los siete criterios).
2. Sintomático no dependiente (puntuaciones 3-4 en un mínimo de tres criterios, o bien puntuaciones de 5-6 combinadas con puntuaciones de 3-4 en tres criterios, pero sin llegar a cumplir las condiciones de en riesgo).
3. Asintomático no dependiente (puntuaciones 1-2 en al menos tres criterios, pero sin llegar a cumplir las condiciones de los sintomáticos no dependientes).

Para medir las propiedades psicométricas de la herramienta de medida, se determinó la fiabilidad de la consistencia interna del mismo a través del estadístico Alpha de Cronbach, dándonos una fiabilidad buena, prácticamente excelente, según los criterios de George y Mallory, con un  $\alpha=0,833$ , de modo que todos los ítems utilizados miden un mismo constructo y están altamente correlacionados.

Las puntuaciones medias para cada uno de los dominios medidos en relación a la adicción se pueden observar en la tabla 37.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Abstinencia Adicción	86	1,00	5,00	2,2909	1,13980
Continuación Adicción	86	1,00	4,67	1,5735	,90453
Tolerancia Adicción	86	1,00	6,00	2,9884	1,35013
Falta de control Adicción	86	1,00	5,67	2,1317	1,10332
Reducción otras actividades Adicción	86	,67	4,67	1,6666	,70139
Tiempo Adicción	86	1,00	5,33	2,7248	1,11102
Efectos deseados Adicción	86	1,0	5,33	1,7674	,77544
Puntuación total Adicción	86	1,00	4,43	2,1634	,63435
N válido (por lista)	86				

Tabla 37. Puntuaciones medias para los criterios de adicción de la escala EDS-R

A destacar que las puntuaciones más elevadas se obtuvieron en los criterios **Tolerancia** (necesidad de incrementar significativamente la cantidad de ejercicio para conseguir los efectos deseados) con una puntuación de 2,98 sobre 5 y el criterio **Tiempo** (se invierte mucho tiempo en la práctica de ejercicio, ocupando gran parte del tiempo libre) con una puntuación de 2,72 sobre 5.

En relación a la clasificación de los corredores que formaron parte de nuestra muestra, un 69,8% (n=60) se clasificaron en función de sus puntuaciones como Asintomáticos NO dependientes, un 29,1 % (n= 25) como sintomáticos NO dependientes y únicamente 1 corredor ( 1,2%) en riesgo de dependencia (gráfico 54).

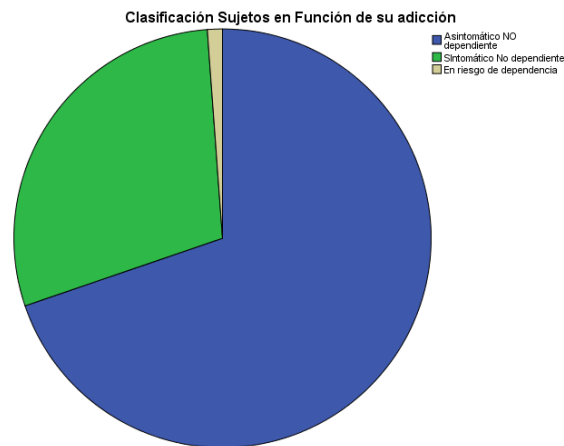


Gráfico 54. Clasificación de los sujetos en función de su grado de dependencia.

### Relación entre la adicción y las variables de estudio.

Encontramos relaciones estadísticamente significativas entre los diferentes criterios de adicción medidos y las variables sexo, tener o no tener entrenador, ritmo de carrera, días de entrenamiento semanal y ocupación laboral. Por el contrario, las variables Sumatorio componente Físico y Mental de la calidad de vida, uso de gimnasio, número de maratones al año, IMC, uso de complementos nutricionales, el nivel de estudios y el estado civil no han mostrado tener una relación directa con la adicción al deporte. Todas estas relaciones estadísticas se resumen en la tabla 38.

	Abstinencia	Continuación	Tolerancia	Falta de control	Reducción	Tiempo	Efectos deseados	TOTAL
<b>Sexo</b>	P =0.975	P=0.343	P=0.515	P=0.434	P=0.476	P=0,241	<b>P=0,022*</b>	P=0,822
<b>Entrenador</b>	P =0.392	P=0.938	P=0.726	<b>P=0.035*</b>	P=0.766	P=0,255	P=0,888	P=0,860
<b>Ritmo carrera</b>	P =0.268	P=0.065	P=0.887	P=0.236	<b>P=0.007*</b>	P=0,213	P=0,264	<b>P=0,031*</b>
<b>Días entrenamiento</b>	P =0.773	<b>P=0.022*</b>	P=0.767	P=0.283	P=0.638	P=0,018*	P=0,216	P=0,863
<b>Ocupación laboral</b>	P =0.366	P=0.331	P=0.742	P=0.564	P=0.809	<b>P=0,007*</b>	P=0,113	P=0,250

Tabla 38. Cuadro resumen variables relacionadas con la adicción.

### 1. Adicción y sexo

Si comparamos los resultados entre ambos sexos, podemos observar puntuaciones más elevadas para el sexo femenino en abstinencia, tolerancia y falta de control (gráfico 55).

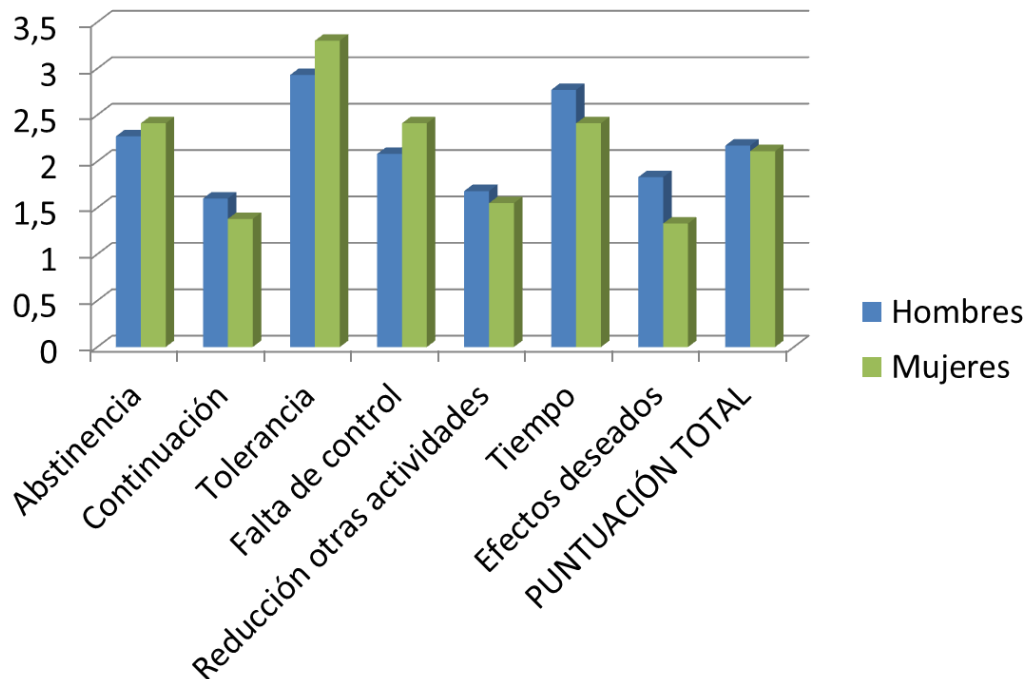


Gráfico 55. Criterios adicción por sexo.

El único criterio que muestra una relación estadísticamente significativa ( $p=0,022$ ) es la **variable de efectos deseados**, que analiza la realización de la carga de entrenamiento a menudo en cantidades mayores o períodos más largos de lo que inicialmente se había planificado. Esta variable correlaciona de manera que el valor es más elevado para el sexo masculino (gráfico 56).

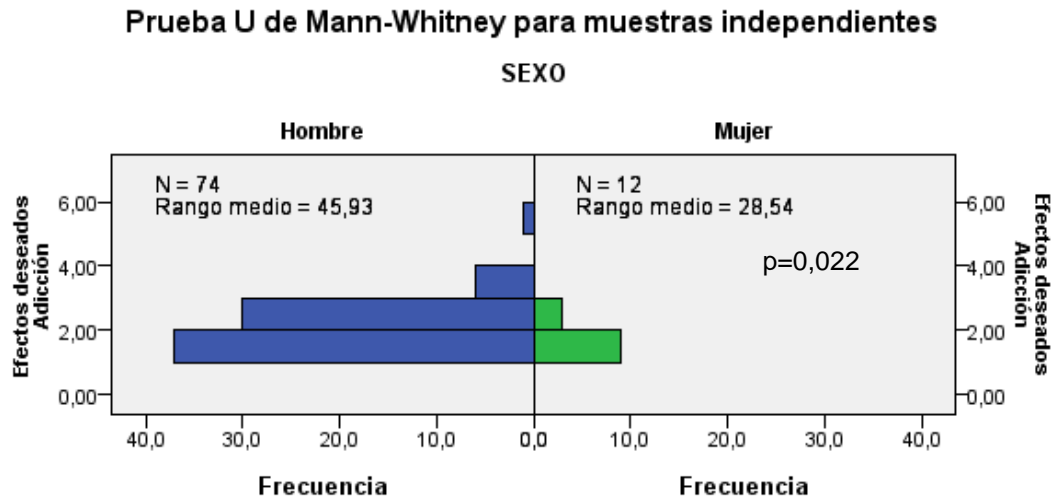


Gráfico 56. Efectos deseados por sexo y estadístico de contraste.

## 2. Adicción y tener entrenador

Otra variable que mostró relaciones estadísticamente significativas en relación a la adicción fue el **“Tener o no entrenador”**. En el 44% ( $n=38$ ) de los corredores que Sí tenían entrenador, mostraron puntuaciones ostensiblemente inferiores en la variable falta de control con una puntuación de 1,83 frente a 2,34 del 56% ( $n=47$ ) que NO tenían entrenador. Esta relación mostró una significación estadística ( $p=0,035$ ). Esta variable determina la existencia de un deseo persistente o esfuerzo sin éxito para reducir o controlar el ejercicio que se lleva a cabo (gráfico 57).

Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

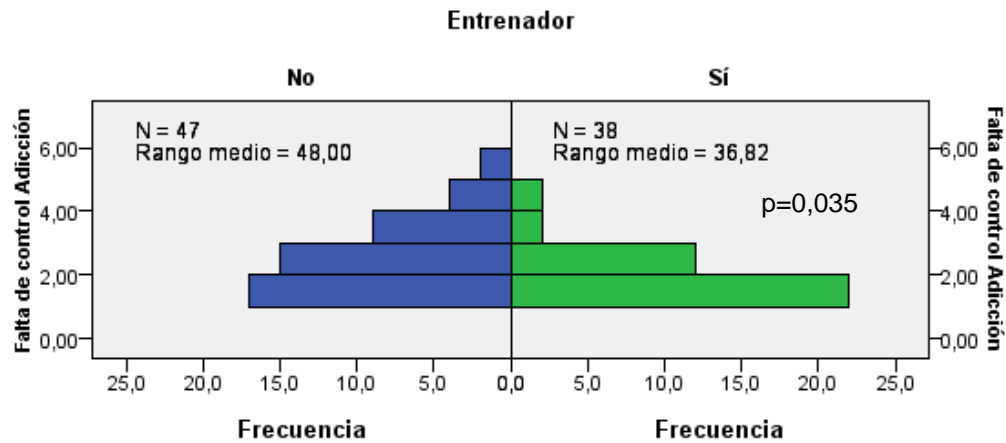


Gráfico 57. Criterio falta de control en función de tener entrenador y estadístico de contraste.

3. Adicción y ritmo de carrera

Igualmente, se encuentran diferencias significativas entre la **variable reducción de otras actividades**, que alude a la existencia de conflictos con la realización de otras actividades, de tal forma que importantes actividades sociales, ocupacionales y recreativas son abandonadas o reducidas a causa del ejercicio y el **ritmo de carrera por kilómetro** (gráfico 58).

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

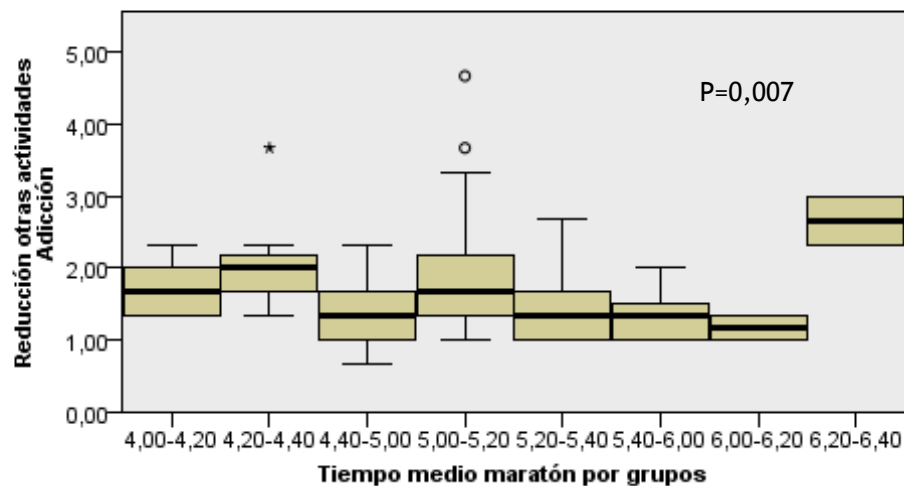


Gráfico 58 Reducción de otras actividades en función del ritmo de carrera por kilómetro y estadístico de contraste.



Encontramos diferencias significativas entre el grupo de corredores que corrieron la maratón a ritmos más elevados, con el resto de grupos. Dicha correlación fue positiva, de modo que a mayor tiempo de carrera, mayor puntuación en Adicción para dicho criterio.

Tal vez cabe interpretar dicha relación por el hecho de que probablemente estos corredores empleen más tiempo para realizar los entrenamientos por distancias que los que corren a ritmos más rápidos, hecho que interfiere en sus actividades diarias.

4. Adicción y días de entrenamiento semanal.

También encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,001$ ) entre el nivel de adicción medida en los corredores voluntarios de nuestra muestra en función de los **días de entrenamiento semana** y la variable **tiempo**. Dicha marcada correlación fue positiva ( $r=0,982$ ), de modo que los corredores que más días entrenan a la semana, presentan un mayor problema relacionado con la adicción en la gestión del tiempo, dado que invierten mucho tiempo en la práctica de ejercicio, ocupando gran parte del tiempo libre (gráfico 59).

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

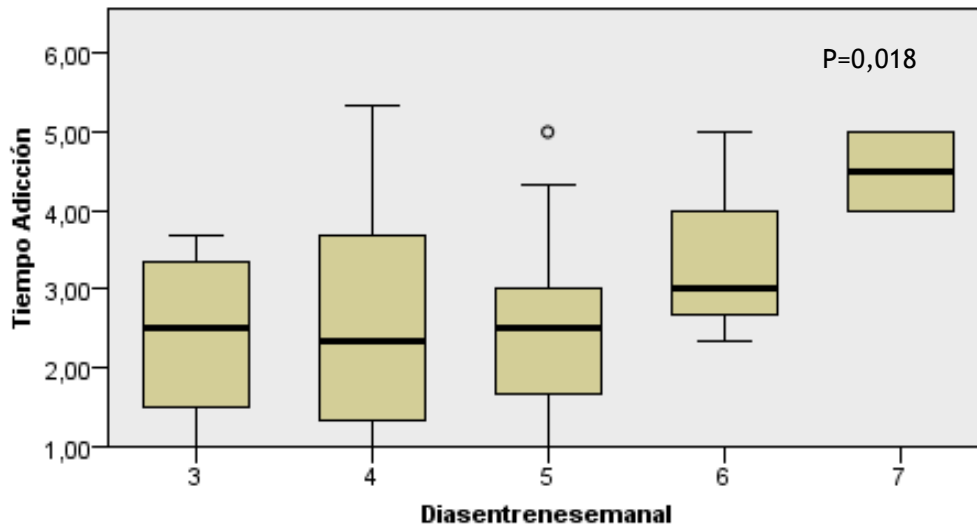


Gráfico 59. Relación entre la gestión del tiempo y los días entrenamiento semanal. Estadístico de contraste.

De igual manera en este grupo de corredores, encontramos diferencias estadísticamente significativas con la **variable Continuación** ( $p=0,022$ ), también correlación positiva, que nos indica que los corredores que más tiempo dedican a la preparación del maratón siguen practicando ejercicio a pesar de saber que se posee algún problema físico o psicológico persistente que probablemente ha sido causado o exacerbado por la práctica de ejercicio.

### 5. Adicción y Ocupación laboral.

En la muestra de estudio, los sujetos se clasificaron en relación a la ocupación laboral de baja, media o alta intensidad física. Hallamos relación estadísticamente significativa ( $p=0,007$ ), que correlacionaba positivamente entre el tipo de ocupación que desarrollaban los corredores diariamente y el criterio de adicción **distribución de tiempo** que hace alusión a que se invierte mucho tiempo en la práctica de ejercicio, ocupando gran parte del tiempo libre. Los sujetos con una actividad laboral de baja intensidad, presentaron menos conflicto en la distribución del tiempo entre el entrenamiento y la gestión del tiempo libre (gráfico 60).

**Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes**

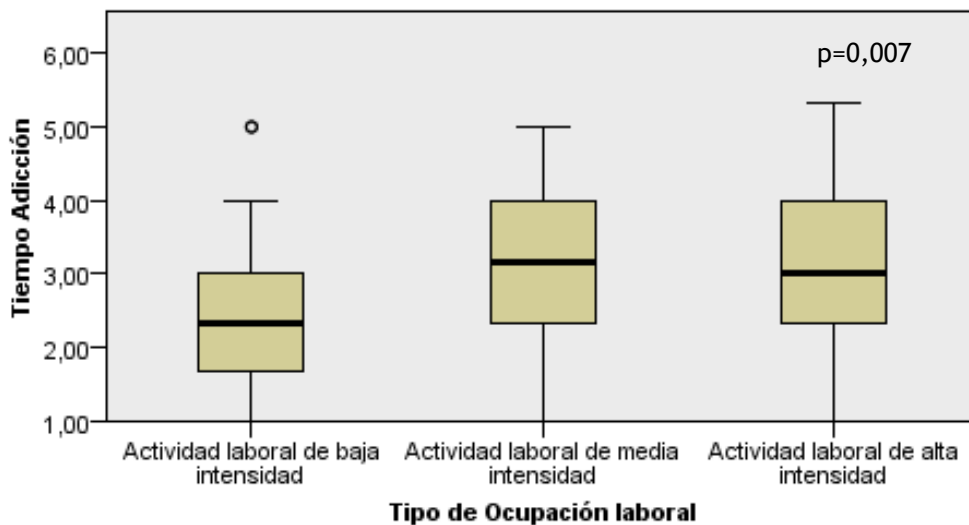


Gráfico 60. Relación entre la gestión del tiempo y el tipo de actividad laboral. Estadístico de contraste.

## Conclusiones

- La gran mayoría de corredores (69,8%) no presentaron ningún tipo de problema relacionado con la adicción al deporte, aunque tenemos un nada desdeñable porcentaje (29,1%) que presentan algún tipo de problema relacionado con la adicción. Estas cifras extrapoladas al grueso de corredores de preparan la prueba de maratón, suponen miles de corredores con algún problema relacionado con la adicción al deporte.
- La tasa de corredores en riesgo de dependencia y por tanto que presentan alteraciones en la conducta que requiere tratamiento y seguimiento, es mínimo en nuestra muestra (1,2%).
- Los hombres presentan una mayor propensión que las mujeres a realizar una mayor carga de trabajo que lo planificado inicialmente, siendo este uno de los indicios de existencia de adicción.
- El tener entrenador y por lo tanto asesoramiento personalizado y planificación, es un elemento clave ante la frustración detectada en algunos corredores por evitar la existencia de un deseo persistente para reducir o controlar el ejercicio que se lleva a cabo.
- Aquellos corredores que finalizaron la maratón a ritmo más lento y los que tenían una actividad laboral con mayor carga física, evidenciaron tener más dificultad para gestionar el tiempo entre el trabajo, los entrenamientos y el tiempo libre.
- Los corredores con mayor carga de entrenamiento presentaron una mayor dificultad para reducir el ejercicio a pesar de tener problemas físicos y/o psíquicos relacionados y exacerbados con la práctica deportiva.

## CONCLUSIONES GENERALES

1- El proyecto de investigación se ha realizado con personas normopeso, sanas. Entrenan entre 4 y 5 días a la semana acumulando entre 60 y 70 km los hombres, y entre 50 y 60 km las mujeres. Su formación académica es alta y más del 84% viven en familia o con pareja.

2- El consumo energético de un día en una semana de entrenamiento supera las 3.000 kcal, mientras que en la semana postmaratón ese valor se reduce a 2.500 kcal. Por lo que se supera con holgura las indicaciones que manifiesta la OMS para mantener un buen estado de salud.

3- Solo en la carrera de maratón se consumen aproximadamente 5.400 kcal, lo que muestra el nivel de exigencia de esfuerzo para la producción de energía a través de las diferentes vías energéticas y que afecta al conjunto del organismo que debe acelerar y aumentar su metabolismo.

4- Existe un proceso inflamatorio sistémico como consecuencia del esfuerzo que se manifiesta en un rápido incremento de los leucocitos y de la Interleukina 6. Otro marcador de inflamación, la proteína C reactiva (PCR), se manifiesta más tardíamente, no estando elevada en meta, alcanza su pico a las 24h.

5- Se reduce claramente el Filtrado Glomerular (FG), este es mejor en las mujeres, no obstante su comportamiento evolutivo posterior es similar en ambos sexos. Se constata que no necesariamente está asociado a la deshidratación.

6- Es enormemente significativo el hecho de haber encontrado síntomas de fracaso renal agudo (FRA) en el 63,9% de los corredores llegados a meta. Este FRA, asociado al FG, se normaliza a las 24h, aunque vuelve a empeorar a las 48h. La recuperación a través de la carrera continua mejora la recuperación de los valores de FG acelerando su recuperación. La utilización de máquinas elípticas no acelera la recuperación de estos valores. A las 192h todos los sujetos tiene valores similares.

7- Detectamos un incremento de la microalbuminuria, señalando posibles lesiones glomerulares que pueden afectar a largo plazo. Estos valores se normalizan a las 48h y se mantienen estables y bajos en la recuperación hasta las 192h. Esto muestra la ausencia de lesión glomerular y que puede ser consecuencia de un incremento de la permeabilidad de la membrana glomerular como consecuencia de los procesos inflamatorios que se producen.

8- Se incrementan los valores plasmáticos de enzimas musculares significativas de daño muscular. La lactato deshidrogenasa (LDH) se incrementa en el transcurso de la prueba, estando ya altamente elevada en meta y la creatina quinasa (CK) alcanza su pico a las 24h. Ambas enzimas se normalizan a lo largo de la semana, regularizándose a las 144h, siendo más rápida su normalización en los sujetos que realizan descanso en la semana postmaratón.

9- La aparición de calambres musculares parece estar más relacionada con los niveles de daño muscular que sufre el corredor y no tanto con la pérdida de peso o la depleción electrolítica producida por la deshidratación. Además, los resultados obtenidos sugieren que realizar al menos 1 entrenamiento semanal de fuerza durante la preparación puede disminuir la incidencia de esta sintomatología en carrera.

10- El factor peso y la velocidad de carrera se muestran como los elementos más determinantes en relación con el daño y la inflamación muscular durante la prueba de maratón. De este modo, un Índice de Masa Corporal normo-bajo y un ritmo más rápido en carrera repercute beneficiosamente con un menor daño muscular y procesos de inflamación.

11- La estimación de la velocidad de carrera de un corredor de nivel amateur a partir de los datos obtenidos en una prueba de esfuerzo debe considerar tanto factores cuantitativos (especialmente la velocidad pico alcanzada) como cualitativos (la utilización de las vías energéticas que muestra el deportista a intensidades submáximas). Por otra parte, el porcentaje de esa velocidad pico que el corredor será capaz de sostener en carrera va a depender de su capacidad de oxidar grasas a velocidades similares a su ritmo de carrera en Maratón. Por tanto, el análisis del intercambio respiratorio durante una prueba de esfuerzo se postula como un dato relevante tanto para orientar el entrenamiento del deportista como para predecir su rendimiento.

12- La realización de una Maratón genera un incremento agudo en la concentración de biomarcadores de daño cardiaco, como es la Troponina T. Sin embargo, la rápida normalización de estos valores sanguíneos nos indica que se trata de una respuesta fisiológica del organismo frente a una situación estresante. Dicha normalización se produce independientemente de la intervención post-carrera que realicemos, descanso o recuperación activa mediante elíptica o carrera continua a intensidad moderada.

13- Entre los maratonianos de nuestro estudio, hallamos síntomas que refirieron problemas de adicción al deporte en un 31,2% de los corredores. Los hombres presentaron una mayor propensión a realizar una mayor carga de trabajo que la planificada y el hecho de tener entrenador demuestra ser un condicionante clave para controlar el ejercicio que se lleva a cabo.

El control del tiempo equilibradamente, se muestra como un problema para nuestros corredores, más acuciado en aquellos que corren a ritmos más lentos y los que desempeñan trabajos con una alta implicación física.

14-La calidad de vida relacionada con la salud referida por los corredores es superior a la de la población general de referencia, evidenciándose el beneficio de realizar deporte sobre la salud percibida por la población. Los principales factores relacionados son la edad y el sexo, siendo superior en las mujeres y aquellos corredores más jóvenes.

15- De los componentes evaluados de la calidad de vida y la adicción, aquellos que más influyen en la percepción de la salud de los corredores, son la gestión del tiempo entre la vida profesional, el tiempo libre y el tiempo dedicado a los entrenamientos, el dolor físico como condicionante del ejercicio físico y la continuidad del ejercicio a pesar de los problemas que puede generar el mismo sobre el organismo, el rol social y el equilibrio psicológico.

**La realización de un proceso de entrenamiento dirigido y controlado, favorece la mejora de las capacidades condicionales de los sujetos. Un control médico facilita la disponibilidad corporal para afrontar un control de las cargas de trabajo y una planificación en el desarrollo de la mejora del rendimiento sin alterar procesos relacionados con la salud.**



## PRESUPUESTO ASOCIADO

El presupuesto utilizado para el desarrollo del proyecto se desglosa en los siguientes apartados:

1. Material inventariable:

Consistente en aquel material necesario para la realización de pruebas y mediciones y que es adquirido para el desarrollo del proyecto (acelerómetros, pulsómetros, plataformas de contacto, discos duros,...)

2. Otros materiales y analíticas:

Este apartado de gastos se centra en los que son necesarios para la realización de la toma de muestras, informes y análisis necesarios para conocer los valores de las muestras ad-hocs (análisis de sangre y orina, material de extracción, material de laboratorio, material de oficina,...).

3. Gastos de personal y desplazamientos:

Se presentan los gastos generados por la contratación de personal de apoyo al proyecto, así como los gastos de desplazamiento y dietas de los días de trabajo realizados en el desarrollo del proyecto.

4. Otros gastos:

El conjunto de gastos destinados a la comunicación, imagen del proyecto, difusión y realización de divulgación científica está desglosado en este bloque.

### Resumen de gastos

Partidas presupuestarias	Presupuesto
Material inventariable	30.000 €
Otros materiales y analíticas	82.000 €
Gastos de personal y desplazamientos	26.000 €
Otros gastos	15.180 €
Gastos generales UJI	8.020 €
<b>Subtotal</b>	<b>161.200 €</b>



## BIBLIOGRAFÍA

Abbatemarco, J.R., Bennett, C., Bell, A.J., Dunne, L., and Matsumura, M.E. (2016). Application of pre-participation cardiovascular screening guidelines to novice older runners and endurance athletes. *SAGE Open Med.* 4, 2050312115616136.

Ahmadyar, B., Rüst, C.A., Rosemann, T., and Knechtle, B. (2015). Participation and performance trends in elderly marathoners in four of the world's largest marathons during 2004-2011. *SpringerPlus* 4, 465.

Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Whitt, M.C., Irwin, M.L., Swartz, A.M., Strath, S.J., O'Brien, W.L., Bassett, D.R., Schmitz, K.H., Emplaincourt, P.O., et al. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32, S498-504.

Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., and Leon, A.S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43, 1575–1581.

Baird, M.F., Graham, S.M., Baker, J.S., and Bickerstaff, G.F. (2012). Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J. Nutr. Metab.* 2012, 960363.

Bekos, C., Zimmermann, M., Unger, L., Janik, S., Hacker, P., Mitterbauer, A., Koller, M., Fritz, R., Gäbler, C., Kessler, M., et al. (2016). Non-professional marathon running: RAGE axis and ST2 family changes in relation to open-window effect, inflammation and renal function. *Sci. Rep.* 6, 32315.

Bessa, A., Nissenbaum, M., Monteiro, A., Gandra, P.G., Nunes, L.S., Bassini-Cameron, A., Werneck-de-Castro, J.P.S., de Macedo, D.V., and Cameron, L.-C. (2008). High-intensity ultraendurance promotes early release of muscle injury markers. *Br. J. Sports Med.* 42, 889–893.

de Blas, Xavier, Padullés, Josep M, López del Amo, José Luís, and Guerra-Balic, Miriam (2012). Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps. *Int. J. Sport Sci.* VIII, 334–356.

Ekelund, U., Sjöström, M., Yngve, A., Poortvliet, E., Nilsson, A., Froberg, K., Wedderkopp, N., and Westerterp, K. (2001). Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33, 275–281.

El Helou, N., Tafflet, M., Berthelot, G., Tolaini, J., Marc, A., Guillaume, M., Hausswirth, C., and Toussaint, J.-F. (2012). Impact of environmental parameters on marathon running performance. *PLOS ONE* 7, e37407.

Esliger, D.W., Rowlands, A.V., Hurst, T.L., Catt, M., Murray, P., and Eston, R.G. (2011). Validation of the GENE Accelerometer. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43, 1085–1093.

Friedrich, M., Rüst, C.A., Rosemann, T., Knechtle, P., Barandun, U., Lepers, R., and Knechtle, B. (2014). A Comparison of Anthropometric and Training Characteristics between Female and Male Half-Marathoners and the Relationship to Race Time. *Asian J. Sports Med.* 5, 10–20.

- Fullagar, H.H.K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A.J., and Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med. Auckl. NZ* 45, 161–186.
- Hoffman, M.D., and Stuempfle, K.J. (2014). Hydration strategies, weight change and performance in a 161 km ultramarathon. *Res. Sports Med. Print* 22, 213–225.
- Hoffman, M.D., Fogard, K., Winger, J., Hew-Butler, T., and Stuempfle, K.J. (2013). Characteristics of 161-km ultramarathon finishers developing exercise-associated hyponatremia. *Res. Sports Med. Print* 21, 164–175.
- Kim, Y.-J., Shin, Y.-O., Lee, J.-B., Lee, Y.-H., Shin, K.-A., Kim, A.-C., Goh, C.-W., Kim, C., Oh, J.-K., Min, Y.-K., et al. (2014). The effects of running a 308 km ultra-marathon on cardiac markers. *Eur. J. Sport Sci. 14 Suppl 1*, S92-97.
- Kłapcińska, B., Waśkiewicz, Z., Chrapusta, S.J., Sadowska-Krępa, E., Czuba, M., and Langfort, J. (2013). Metabolic responses to a 48-h ultra-marathon run in middle-aged male amateur runners. *Eur. J. Appl. Physiol.* 113, 2781–2793.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rosemann, T., and Lepers, R. (2011). Personal best marathon time and longest training run, not anthropometry, predict performance in recreational 24-hour ultrarunners. *J. Strength Cond. Res. Natl. Strength Cond. Assoc.* 25, 2212–2218.
- Knechtle, B., Nikolaidis, P.T., Zingg, M.A., Rosemann, T., and Rüst, C.A. (2017). Differences in age of peak marathon performance between mountain and city marathon running - The “Jungfrau Marathon” in Switzerland. *Chin. J. Physiol.* 60.
- Maron, B.J., Poliac, L.C., and Roberts, W.O. (1996). Risk for sudden cardiac death associated with marathon running. *J. Am. Coll. Cardiol.* 28, 428–431.
- Murray, A., and Costa, R.J.S. (2012). Born to run. Studying the limits of human performance. *BMC Med.* 10, 76.
- Oh, R.C., Arter, J.L., Tiglaio, S.M., and Larson, S.L. (2015). Exertional rhabdomyolysis: a case series of 30 hospitalized patients. *Mil. Med.* 180, 201–207.
- Ojiambo, R., Cuthill, R., Budd, H., Konstabel, K., Casajús, J.A., González-Agüero, A., Anjila, E., Reilly, J.J., Easton, C., Pitsiladis, Y.P., et al. (2011). Impact of methodological decisions on accelerometer outcome variables in young children. *Int. J. Obes. 2005 35 Suppl 1*, S98-103.
- O’Keefe, J.H., Patil, H.R., Lavie, C.J., Magalski, A., Vogel, R.A., and McCullough, P.A. (2012). Potential adverse cardiovascular effects from excessive endurance exercise. *Mayo Clin. Proc.* 87, 587–595.
- Organización Mundial de la Salud (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física (Suiza: OMS).
- Patil, H.R., O’Keefe, J.H., Lavie, C.J., Magalski, A., Vogel, R.A., and McCullough, P.A. (2012). Cardiovascular damage resulting from chronic excessive endurance exercise. *Mo. Med.* 109, 312–321.
- Peters, E.M., Robson, P.J., Kleinveldt, N.C., Naicker, V.L., and Jogessar, V.D. (2004). Hematological recovery in male ultramarathon runners: the effect of variations in training load and running time. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 44, 315–321.

di Prampero, P.E., Atchou, G., Brückner, J.C., and Moia, C. (1986). The energetics of endurance running. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55, 259–266.

Reeder, B.J., and Wilson, M.T. (2005). Hemoglobin and myoglobin associated oxidative stress: from molecular mechanisms to disease States. *Curr. Med. Chem.* 12, 2741–2751.

Salvagno, G.L., Schena, F., Gelati, M., Danese, E., Cervellin, G., Guidi, G.C., and Lippi, G. (2014). The concentration of high-sensitivity troponin I, galectin-3 and NT-proBNP substantially increase after a 60-km ultramarathon. *Clin. Chem. Lab. Med. CCLM FESCC* 52, 267–272.

Sicilia, A., and González-Cutre, D. (2011). Dependence and physical exercise: Spanish validation of the Exercise Dependence Scale-Revised (EDS-R). *Span. J. Psychol.* 14, 421–431.

Stelzer, I., Kröpfl, J.M., Fuchs, R., Pekovits, K., Mangge, H., Raggam, R.B., Gruber, H.-J., Prüller, F., Hofmann, P., Truschnig-Wilders, M., et al. (2015). Ultra-endurance exercise induces stress and inflammation and affects circulating hematopoietic progenitor cell function. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 25, e442-450.

Sugama, K., Suzuki, K., Yoshitani, K., Shiraishi, K., Miura, S., Yoshioka, H., Mori, Y., and Kometani, T. (2015). Changes of thioredoxin, oxidative stress markers, inflammation and muscle/renal damage following intensive endurance exercise. *Exerc. Immunol. Rev.* 21, 130–142.

Trappe, S. (2007). Marathon runners: how do they age? *Sports Med. Auckl. NZ* 37, 302–305.

Vilagut, G., Valderas, J.M., Ferrer, M., Garin, O., López-García, E., and Alonso, J. (2008). [Interpretation of SF-36 and SF-12 questionnaires in Spain: physical and mental components]. *Med. Clin. (Barc.)* 130, 726–735.

Welch, W.A., Bassett, D.R., Thompson, D.L., Freedson, P.S., Staudenmayer, J.W., John, D., Steeves, J.A., Conger, S.A., Ceaser, T., Howe, C.A., et al. (2013). Classification accuracy of the wrist-worn gravity estimator of normal everyday activity accelerometer. *Med. Sci. Sports Exerc.* 45, 2012–2019.

World Medical Association (2013). WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.

Zavorsky, G.S., Tomko, K.A., and Smoliga, J.M. (2017). Declines in marathon performance: Sex differences in elite and recreational athletes. *PLOS ONE* 12, e0172121.

#### Bibliografía específica del análisis nefrológico

Alis R, Sanchis-Gomar F, Primo-Carrau C, Lozano-Calve S, Dipalo M, Aloe R, et al. Hemoconcentration induced by exercise: Revisiting the Dill and Costill equation. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(6):e630-7.

Agencia Estatal de Meteorología,. AEMET. <http://www.aemet.es/es/portada> Gobierno de España.

Asserraji M, Benameur I, Maoujoud O, El Kharras A, Hajbi H, Filali K. Late care in marathon runs leading to exertional heat stroke with multiple organ failure. *Asian J Sports Med.* 2014;5(2):136-8.

Bekos C, Zimmermann M, Unger L, Janik S, Hacker P, Mitterbauer A, et al. Non-professional marathon running: RAGE axis and ST2 family changes in relation to open-window effect, inflammation and renal function. *Sci Rep.* 2016;6:32315.

Bellinghieri G, Savica V, Santoro D. Renal alterations during exercise. *J Ren Nutr.* 2008;18(1):158-64.

Bonventre JV, Zuk A. Ischemic acute renal failure: an inflammatory disease? *Kidney international.* 2004;66(2):480-5.

Clarkson PM. Exertional rhabdomyolysis and acute renal failure in marathon runners. *Sports Med.* 2007;37(4-5):361-3.

Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol.* 1974;37(2):247-8.

Hewing B, Schattke S, Spethmann S, Sanad W, Schroeckh S, Schimke I, et al. Cardiac and renal function in a large cohort of amateur marathon runners. *Cardiovasc Ultrasound.* 2015;13:13.

Jee H, Jin Y. Effects of prolonged endurance exercise on vascular endothelial and inflammation markers. *J Sports Sci Med.* 2012;11(4):719-26.

Jones GR, Newhouse I. Sport-related hematuria: a review. *Clin J Sport Med.* 1997;7(2):119-25.

Kargotich S, Goodman C, Keast D, Fry RW, Garcia-Webb P, Crawford PM, et al. Influence of exercise-induced plasma volume changes on the interpretation of biochemical data following high-intensity exercise. *Clin J Sport Med.* 1997;7(3):185-91.

Kielar ML, John R, Bennett M, Richardson JA, Shelton JM, Chen L, et al. Maladaptive role of IL-6 in ischemic acute renal failure. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN.* 2005;16(11):3315-25.

Kiragu D, Cifu AS. Evaluation of Patients With Asymptomatic Microhematuria. *JAMA.* 2015;314(17):1865-6.

Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF, 3rd, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med.* 2009;150(9):604-12.

Linas SL, Shanley PF, Whittenburg D, Berger E, Repine JE. Neutrophils accentuate ischemia-reperfusion injury in isolated perfused rat kidneys. *Am J Physiol.* 1988;255(4 Pt 2):F728-35.

MacSearraigh ET, Kallmeyer JC, Schiff HB. Acute renal failure in marathon runners. *Nephron.* 1979;24(5):236-40.

Mansour SG, Verma G, Pata RW, Martin TG, Perazella MA, Parikh CR. Kidney Injury and Repair Biomarkers in Marathon Runners. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation.* 2017.

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(2):194-9.

Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care.* 2007;11(2):R31.

Panizo N, Rubio-Navarro A, Amaro-Villalobos JM, Egido J, Moreno JA. Molecular Mechanisms and Novel Therapeutic Approaches to Rhabdomyolysis-Induced Acute Kidney Injury. *Kidney Blood Press Res.* 2015;40(5):520-32.

Patel NS, Chatterjee PK, Di Paola R, Mazzon E, Britti D, De Sarro A, et al. Endogenous interleukin-6 enhances the renal injury, dysfunction, and inflammation caused by ischemia/reperfusion. *J Pharmacol Exp Ther.* 2005;312(3):1170-8.

Poortmans JR. Exercise and renal function. *Sports Med.* 1984;1(2):125-53.

R.A B. Urinary findings before and after a marathon race. *N Engl J Med.* 1941;225:801-2.

Reid RI, Hosking DH, Ramsey EW. Haematuria following a marathon run: source and significance. *Br J Urol.* 1987;59(2):133-6.

Santos VC, Levada-Pires AC, Alves SR, Pithon-Curi TC, Curi R, Cury-Boaventura MF. Changes in lymphocyte and neutrophil function induced by a marathon race. *Cell Biochem Funct.* 2013;31(3):237-43.

Santos VC, Sierra AP, Oliveira R, Cacula KG, Momesso CM, Sato FT, et al. Marathon Race Affects Neutrophil Surface Molecules: Role of Inflammatory Mediators. *PLoS One.* 2016;11(12):e0166687.

Sugama K, Suzuki K, Yoshitani K, Shiraishi K, Kometani T. Urinary excretion of cytokines versus their plasma levels after endurance exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2013;19:29-48.

Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Liu Q, Kurakake S, Okamura N, et al. Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):348-55.

Thompson PD, Venero CV. A history of medical reports on the Boston Marathon: 112 years and still running. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(6):1341-8.

Traiperm N, Gatterer H, Pariwat P, Burtscher M. Energy metabolism, liver and kidney function in adolescent marathon runners. *Eur J Clin Invest.* 2016;46(1):27-33.

Zhang WR, Garg AX, Coca SG, Devereaux PJ, Eikelboom J, Kavsak P, et al. Plasma IL-6 and IL-10 Concentrations Predict AKI and Long-Term Mortality in Adults after Cardiac Surgery. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN.* 2015;26(12):3123-32.

#### Bibliografía específica del análisis muscular, ventilatorio y cardiaco.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Damasceno, M. V., Lima-Silva, A. E., Pasqua, L. A., Tricoli, V., Duarte, M., Bishop, D. J., & Bertuzzi, R. (2015). Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *European journal of applied physiology*, 115(7), 1513-1522. doi: 10.1007/s00421-015-3130-z

di Prampero, P. E., Atchou, G., Bruckner, J. C., & Moia, C. (1986). The energetics of endurance running. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 55(3), 259-266.

Frandsen, J., Vest, S. D., Larsen, S., Dela, F., & Helge, J. W. (2017). Maximal Fat Oxidation is Related to Performance in an Ironman Triathlon. *International journal of sports medicine*. doi: 10.1055/s-0043-117178

Hoffman, M. D., & Stuempfle, K. J. (2015). Muscle Cramping During a 161-km Ultramarathon: Comparison of Characteristics of Those With and Without Cramping. *Sports Medicine-Open*, 2(1), 1-9.

Kao, W. F., Hou, S. K., Chiu, Y. H., Chou, S. L., Kuo, F. C., Wang, S. H., & Chen, J. J. (2015). Effects of 100-km ultramarathon on acute kidney injury. [Observational Study]. *Clinical journal of sport medicine* :

official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, 25(1), 49-54. doi: 10.1097/JSM.000000000000116

Passaglia, D. G., Emed, L. G., Barberato, S. H., Guerios, S. T., Moser, A. I., Silva, M. M., . . . Faria-Neto, J. R. (2013). Acute effects of prolonged physical exercise: evaluation after a twenty-four-hour ultramarathon. *Arq Bras Cardiol*, 100(1), 21-28. doi: S0066-782X2012005000118 [pii]

Randell, R. K., Rollo, I., Roberts, T. J., Dalrymple, K. J., Jeukendrup, A. E., & Carter, J. M. (2017). Maximal Fat Oxidation Rates in an Athletic Population. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(1), 133-140. doi: 10.1249/MSS.0000000000001084

Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. [Review]. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 603-612. doi: 10.1111/sms.12104

Salinero, J. J., Soriano, M. L., Lara, B., Gallo-Salazar, C., Areces, F., Ruiz-Vicente, D., . . . Del Coso, J. (2017). Predicting race time in male amateur marathon runners. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(9), 1169-1177. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06503-8

Schwellnus, M. P. (2009). Cause of exercise associated muscle cramps (EAMC)--altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion? [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *British journal of sports medicine*, 43(6), 401-408. doi: 10.1136/bjism.2008.050401

Schwellnus, M. P., Allie, S., Derman, W., & Collins, M. (2011). Increased running speed and pre-race muscle damage as risk factors for exercise-associated muscle cramps in a 56 km ultra-marathon: a prospective cohort study. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *British journal of sports medicine*, 45(14), 1132-1136. doi: 10.1136/bjism.2010.082677

Schwellnus, M. P., Drew, N., & Collins, M. (2011). Increased running speed and previous cramps rather than dehydration or serum sodium changes predict exercise-associated muscle cramping: a prospective cohort study in 210 Ironman triathletes. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *British journal of sports medicine*, 45(8), 650-656. doi: 10.1136/bjism.2010.078535

Sharma, S., Merghani, A., & Mont, L. (2015). Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly. *Eur Heart J*, 36(23), 1445-1453. doi: 10.1093/eurheartj/ehv090

Shave, R., George, K. P., Atkinson, G., Hart, E., Middleton, N., Whyte, G., . . . Collinson, P. O. (2007). Exercise-induced cardiac troponin T release: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 39(12), 2099-2106. doi: 10.1249/mss.0b013e318153ff7800005768-200712000-00002 [pii]

Vitiello, D., Rupp, T., Bussiere, J. L., Robach, P., Polge, A., Millet, G. Y., & Nottin, S. (2013). Myocardial damages and left and right ventricular strains after an extreme mountain ultra-long duration exercise. *Int J Cardiol*, 165(2), 391-392. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.08.053

Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809. doi: 10.1503/cmaj.051351

Wilhelm, M., Zueger, T., De Marchi, S., Rimoldi, S. F., Brugger, N., Steiner, R., . . . Ith, M. (2014). Inflammation and atrial remodeling after a mountain marathon. *Scand J Med Sci Sports*, 24(3), 519-525. doi: 10.1111/sms.12030

## AGRADECIMIENTOS

No queremos finalizar este documento sin agradecer a todos los corredores y corredoras que han participado en este proyecto su gran predisposición, paciencia e interés por realizar cada una de las pruebas que componían el proyecto CRS.

Asimismo, también dedicar estas líneas a toda la gente de la organización de la Maraton Valencia Trinidad Alfonso edp, que ofreció todas las facilidades a nuestro equipo antes, durante y después de la prueba para que esta investigación fuera un éxito y sin los cuales este proyecto hubiera sido imposible.



**Consentimiento informado para participantes en la Maratón Valencia Fundación  
Trinidad Alfonso EDP**

Estamos realizando un trabajo que tiene como objeto obtener datos para una mejora de la salud de los corredores de la Maratón Valencia Fundación Trinidad Alfonso EDP por medio de la medición pre y post carrera de factores fisiológicos, físicos, etc. La investigación está conducida conjuntamente por el Servei d'Esports y la Facultat de Ciències de la Salut de la UJI.

Si usted accede a participar en el mismo, se le pedirá exponerse a una serie de mediciones antes de la prueba, y al finalizarla, según protocolo proporcionado.

La participación es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus datos serán codificados usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación,

Nombre del Participante	Firma del Participante	Fecha
-------------------------	------------------------	-------

**(Rellenar en caso de revocación de la participación)**

Participante .....

Fecha .....

Deseo retirarme del estudio

(firma)

.....

Los datos obtenidos durante la carrera así como los incluidos en este formulario serán objeto de tratamiento automatizado y manual, e incorporadas al archivo de la investigación CRS del que es responsable el grupo de investigación PTS de la Universidad Jaume I de Castellón. La finalidad del tratamiento será establecer los parámetros de salud que se derivan de la participación en la Maratón Valencia Fundación Trinidad Alfonso EDP. Las personas afectadas podrán ejercer los derechos que la ley les reserva ante el grupo de investigación PTS de la Universidad Jaume I, av. de Sos Baynat, s/n, 12071 Castellón de la Plana, Telf. 964 728804, e-mail: se@uji.es."



**Anexo II – Comisión deontológica**



Beatriz Tomás Mallén, secretaria de la Comisión Deontológica de la Universitat Jaume I de Castelló de la Plana,

CERTIFICO: Que la Comisión Deontológica de la Universitat Jaume I ha emitido informe favorable sobre el proyecto "Penyagolosa Trail Saludable (extensió projecte CRS per a la Marató Valencia Fundación Trinidad Alfonso)" cuyo investigador principal es Carlos Hernando Domingo, por considerar que cumple las normas deontológicas exigidas.



Castellón de la Plana, 5 de mayo de 2016

**Anexo III - Encuesta Adicción: <http://bit.ly/2z1ko8d>**
**Cuestionario sobre "Adicción a correr"**

Puntuar de 1 a 7 (el número 1 indica que no estás nada de acuerdo con la afirmación que se realiza y el número 7 que estás totalmente de acuerdo) las siguientes afirmaciones al respecto de sus costumbres al correr.

\*

	1	2	3	4	5	6	7
1- Si el día es demasiado frío, caluroso o ventoso, no correré ese día (R)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2- No cambiaría planes con amigos para poder ir a correr (R)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3- He dejado de correr al menos durante una semana por otra razón que no fue una lesión.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4- Si hubiera otra manera de mantener mi forma física actual, no correría ninguna vez más (R)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5- Después de correr me siento mejor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6- Continuaría corriendo mientras una lesión se me cura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7- Algunos días, incluso si no me apetece correr, lo hago de todas maneras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8- Siento que necesito correr al menos una vez todos los días.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Anexo IV – Encuesta motivación:** <http://bit.ly/2IUC5WV>

## Encuesta Motivación en Correr

\* **Necessari**

### Cuestionario: Salud SF-12

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal.

**Nombre y Apellidos \***

La vostra resposta

**DNI \***

La vostra resposta

**En general, usted diría que su salud es: \***

- Excelente
- Muy Buena
- Buena
- Regular
- Mala

**Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas?  
Si es así, ¿Cuánto? \***

Sí, me limita mucho    Sí, me limita un poco    No, no me limita nada

Esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora

Subir varios pisos por la escalera

Durante las 4 últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física? \*

	Sí	No
¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Tuvo que dejar de hacer alguna de sus tareas en el trabajo o en sus actividades cotidianas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Durante las 4 últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)? \*

	Sí	No
¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer, por algún problema emocional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿No hizo su trabajo o actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, por algún problema emocional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)? \*

Trieu una opció ▾

Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo... \*

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
...se sintió calmado y tranquilo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...tuvo mucha energía?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...se sintió desanimado y triste?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos y familiares)? \*

Trieu una opció ▾

**Anexo V - Encuesta hábitos personales y de entrenamiento:** <http://bit.ly/2zvaEq4>

**Bloque: Datos Personales**

En este bloque hemos introducido algunas preguntas que nos servirán para una mejor coordinación con Hospitales NISA para la asignación de CITAS DE ANALÍTICAS.

**Nombre y Apellidos \***

La vostra resposta

**DNI \***

La vostra resposta

**Estado Civil \***

Trieu una opció

**Nº de Hijos/as \***

- Ninguno
- 1 hijo/a
- 2 hijos/as
- Más de 2 hijos/as

**Nivel de Estudios \***

Trieu una opció

**Ocupación Laboral \***

- Con alta intensidad de ejercicio físico
- Con media intensidad de ejercicio físico
- Con baja intensidad de ejercicio físico

**Horario Laboral \***

Trieu una opció

En caso de tener un horario laboral fijo, ¿Puedes especificar franja horaria?)

Trieu una opció

En caso de tener un horario de Jornada Partida, por favor indicanos tu horario de trabajo.

La vostra resposta

¿Eres trabajador/ra del Grupo de Hospitales NISA?

Trieu una opció

**Bloque: Planificación del entrenamiento y hábitos generales.**

¿Tienes entrenador en la actualidad? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Cuántos años hace que lo tienes?

- Menos de 1 año
- 1 año
- 2 años
- 3 años
- Más de 3 años

¿Tienes nutricionista en la actualidad? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Cuántos años hace que lo tienes?

- Menos de 1 año
- 1 año
- 2 años
- 3 años
- Más de 3 años

¿Tomas complementos nutricionales en la preparación para el maratón? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Qué productos tomas?

La vostra resposta

---

¿Tomas complementos nutricionales para la recuperación del maratón? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Qué productos tomas?

La vostra resposta

---

¿Te haces masajes habitualmente? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Cuántos masajes te realizas aproximadamente en un mes?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Más de 10

¿Cuántos años llevas corriendo de forma habitual? \*

- Menos de 1 año
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Más de 10

¿Cuántos maratones de asfalto has corrido? (Sólo número. Ejemplo respuesta: 4) \*

La vostra resposta

¿Cuántos maratones de asfalto has finalizado? (Sólo número. Ejemplo respuesta: 4) \*

La vostra resposta

¿Cuántos maratones de asfalto corres al año? (Sólo número. Ejemplo respuesta: 4) \*

La vostra resposta

Habitualmente, después de un maratón, ¿Cuántos días dejas de recuperación para volver a correr? \*

Trieu una opció ▾

¿Has sufrido alguna lesión desde el 1 de septiembre de 2015 ? \*

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿Puedes indicarnos de qué tipo?

	Sí	No
Lesiones musculares (Roturas fibrilares, Contracturas etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lesiones óseas (Fracturas de estrés, Fisuras etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lesiones tendinosas (Tendinitis, roturas de tendón etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



© Servei d'Esports UJI



### Anexo VI – Enlaces medios de comunicación:

- <http://www.valenciaciudaddelrunning.com/va/marato-noticies/uji-hospitales-nisa-marato-valencia-estudiaran-recuperacio-corredors/>
- <http://www.uji.es/com/noticies/2016/06/2q/estudi-marato/>
- <http://www.lavanguardia.com/deportes/20160616/402547532294/proyecto-crs-realizara-seguimiento-exhaustivo-de-un-centenar-de-maratonianos.html>
- <http://www.practicodeporte.com/uji-hospitales-maraton-valencia/>
- <http://www.valenciaciudaddelrunning.com/maraton-noticias/ayudanos-a-estudiar-la-recuperacion-del-maratoniano-en-valencia/>
- <http://correcaminos.org/proyecto-crs/>
- [http://www.ondacero.es/emisoras/comunidad-valenciana/castellon/noticias/proyecto-crs-realiza-seguimiento-clinico-deportivo-centenar-corredores-maraton-valencia-trinidad-alfonso\\_2016112358359b6e0cf24c3ff6a05fc0.html](http://www.ondacero.es/emisoras/comunidad-valenciana/castellon/noticias/proyecto-crs-realiza-seguimiento-clinico-deportivo-centenar-corredores-maraton-valencia-trinidad-alfonso_2016112358359b6e0cf24c3ff6a05fc0.html)
- <http://ruvid.org/wordpress/?p=29324>
- <http://www.uji.es/com/investigacio/arxiu/noticies/2016/6/estudi-marato/?urlredirect=http://www.uji.es/com/investigacio/arxiu/noticies/2016/6/estudi-marato/&url=/cómo/investigacio/archivo/noticias/2016/6/estudio-marato/>
- <http://uqjiapps.uji.es/ade/rest/storage/RCFTORDKDOEZ01TEZNIDHR08CW9ZUCMI>
- <http://ujiapps.uji.es/ade/rest/storage/GRCIY0UELVTEC6IZUHT4ASPHOW9NYVZW>
- <http://www.uji.es/com/revista/base/2016/11/22/noticiesuji/13/13.jpg>
- <http://www.uji.es/com/revista/base/2016/06/17/noticiesuji/3j/0617j03.jpg>
- <http://www.uji.es/com/revista/base/2017/04/08/noticiesuji/8j/0408j08.jpg>
- <http://www.uji.es/com/revista/base/2017/04/08/noticiesuji/2j/0408j02.jpg>
- <http://ujiapps.uji.es/ade/rest/storage/PGQ1QMRVQVWOOPC9UIP1V3VZBXF2JUKH>
- <http://ujiapps.uji.es/ade/rest/storage/MAMOPZW11ZVMHIO2H8CUBE8Y5Z7PYWWP>
- <http://ujiapps.uji.es/ade/rest/storage/WFO28XJ3ENKA9JHJ8WAFHYLZBVXSMOBQ>

### Anexo VII - Redes sociales

- <https://www.facebook.com/uji.se/photos/a.305439072823539.81173.301226979911415/1213474722019965/?type=3>
- <https://www.facebook.com/uji.se/photos/a.305439072823539.81173.301226979911415/1388066651227437/?type=3>
- <https://www.facebook.com/uji.se/photos/a.305439072823539.81173.301226979911415/1350244488342987/?type=3>
- <https://www.facebook.com/uji.se/videos/1209062749127829/>
- <https://www.facebook.com/uji.se/videos/1350650388302397/>
- <https://www.facebook.com/uji.se/videos/1229542857079818/>
- <https://www.facebook.com/uji.se/videos/1500051393362295/>
- <https://www.facebook.com/uji.se/videos/1352194144814688/>



Servei d'Esports · SE



fundación  
vithas nisa



TRINIDAD  
ALFONSO  
FUNDACIÓN

Cultura del  
Esfuerzo