

Maratón

¿Es saludable?
¿Y si, sí?



Graduado Universitario Senior
Proyecto Final de Grado - Mayo 2023

Maratón ¿Es saludable? ¿Y si sí?

*Un hombre sabio debería
darse cuenta de que la salud
es su posesión más valiosa*

Hipócrates

Agradecimientos

Cuando en 2005, Steve Jobs dio una conferencia en la Universidad de Standford (California), habló de los puntos que se conectan en la vida, como son personas, situaciones... “Creer que los puntos se unirán, te dará confianza para creer en tu corazón” dijo.

Personas y momentos que en un presente, construyen lo que seremos en el mañana. Echando la vista atrás, en primera instancia los puntos me unieron a mis padres y hermanos. Fue mi padre quien me enseñó a no rendirme, a sobreponerme a la adversidad. Una gran lección que no siempre agradecí. Posteriormente los puntos me unieron a mi propia familia, quien estuvo a mi lado en los malos momentos, y compartiendo y disfrutando de los buenos.

Junto a mis compañeros y amigos “Finishers”, comencé una trayectoria deportiva que solo la adversidad pudo detener. Cuántas horas. Cuántos kilómetros ¡Qué gran conexión!

A aquellos que me acompañasteis en mi estancia cerca de la Malvarrosa. Especialmente Vicent, Juanlu y Armando, por hacer de esas visitas una costumbre (fartons y horchata incluidos). A todas y todos los con ellos de mensajeros me enviasteis ánimos, sabed que tenían en mí un efecto muy positivo y esperanzador.

A quienes en la dificultad, tan cerca sentí. Tampoco quiero olvidarme de aquellos a quienes apenas sentí, e incluso de quienes ni sentí.

Ni quiero, ni puedo olvidar la fortuna que tuve de que los puntos me uniesen a Aigües Vives y Valencia al Mar. Gracias a esos dos equipos, estoy hoy redactando este Proyecto. Desde el primer día confiasteis en mí, mientras una fe ciega me hacía ser vuestro discípulo. Gracias eternas.

Estos puntos de conexión estarían incompletos si no hubiera tenido la suerte, de tener los compañeros y compañeras con los que he realizado esta andadura llamada “*UJI Majors*”. Muchas risas y pocos nervios por exámenes. Ni el COVID-19 ha evitado, que entre algunos y algunas de nosotros se haya forjado una buena y verdadera amistad.

¡Muchas conexiones, que han valido la pena!

Y por último, me gustaría agradecer al equipo de investigación de la Universidad Jaume I de Castelló, haber compartido conmigo los datos de sus investigaciones. Muchas gracias a la Dra. Nayara Panizo, al Dr. Carlos Hernando, al Dr. Ignacio Martínez y al Dr. Eladio J. Collado, por ayudarme en la elaboración de este trabajo.

Resumen

En las últimas tres décadas, cada año cientos de miles de corredores se inscriben para correr un maratón. Está demostrado que la carrera de resistencia afecta a la salud de manera beneficiosa. Sin embargo aún hay dudas, sobre qué distancia de carrera se asocia con los máximos efectos saludables, que se pueden obtener. El objeto de este Trabajo final de grado es el de aportar datos suficientes a partir de diversos estudios e investigaciones, para poder valorar si es conveniente o no, realizar carreras de 42.192 m en el caso de atletas populares. Los mencionados estudios se han centrado en la función renal, función cardio-vascular, daño muscular (incluidos los calambres) y la existencia o no de beneficios, como puede ser el apartado psicológico. Si bien los datos extraídos no invitan al optimismo en primera instancia, sí que nos llevan a huir del pesimismo, ya que aquellas alteraciones sufridas durante la prueba, quedan subsanadas, apenas unos días después. Por otro lado, con respecto al estado de salud, se reforzó la idea de que la carrera de resistencia resultaba positiva para este, y contribuía al bienestar general.

Por lo que respecta a las conclusiones, estas pueden ser objetivas y subjetivas, y es cada sujeto, basándose en la información aportada, quien debe decidir según ¿Su conciencia?

Palabras clave: Maratón, Salud, Corazón, Corredores aficionados, Entrenamiento, Esfuerzo, Renal.

Abstract

In the last three decades, hundreds of thousands of runners have registered to run a marathon each year. It has been proven that endurance running has a beneficial impact on health. However, there are still doubts about which race distance is associated with the maximum health benefits that can be obtained. The objective of this final degree project is to provide sufficient data from various studies and research to evaluate whether it is advisable or not to run 42.192 meters races for popular athletes. The mentioned studies have focused on renal function, cardiovascular function, muscular damage (including cramps), and the existence or absence of benefits, such as the psychological aspect. Although the extracted data does not invite optimism initially, it does lead us to avoid pessimism since those alterations suffered during the test are remedied just a few days later. On the other hand, regarding health status, the idea that endurance running was positive for it and contributed to general well-being was reinforced.

As for the conclusions, these can be objective and subjective, and it is up to each individual, based on the information provided, to decide according to their conscience.

Keywords: Marathon, Health, Heart, Amateur runners, Training, Effort, Renal.

(Texto anterior traducido del español, mediante el modelo de inteligencia artificial ChatGPT).

Índice

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. La carrera | 2 |
| 1.2. ¿Qué es? | 4 |
| 1.3. Un poco de historia | 5 |
| 1.4. 42 y pico | 6 |
| 1.5. Dime tu nombre... | 7 |
| 1.6. Entrenamiento | 7 |
| 1.6.1. Físico | 7 |
| 1.6.2. Psicológico | 9 |
| 1.7. Las matemáticas. Factores y variables | 12 |
| 1.8. "The Wall" | 15 |
| 2. Objetivos | 16 |
| 3. Metodología | 16 |
| 4. Resultados | 17 |
| 4.1. Riesgos cardiovasculares | 17 |
| 4.2. Daño renal agudo durante la carrera | 23 |
| 4.3. Daños musculares | 28 |
| 4.4. Manifestación de calambres en carrera | 31 |
| 4.5. Efectos de la carrera de maratón sobre la cognición y la vascularización retiniana | 32 |
| 4.6. Aspectos actitudinales y psicológicos. Calidad de vida | 34 |
| 5. Conclusiones | 36 |
| 5.1. Conclusiones Generales | 36 |
| 5.2. Conclusiones Particulares | 38 |
| 6. Referencias | 41 |
| 7. Anexos | 45 |

1. Introducción

Como forma básica del movimiento humano, correr es la actividad física de ocio más popular. Esta actividad de bajo coste y comodidad puede realizarse a cualquier edad con poco esfuerzo y un menor nivel de habilidad y dominio. En las últimas décadas, el número de corredores aficionados ha aumentado de manera exponencial en carreras populares. Este incremento ha provocado cambios en las estrategias sociales y políticas, de manera que las ciudades y poblaciones 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 acerca de las bondades y beneficios 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.



Si bien se ha demostrado que los propósitos orientados a la salud son el motivo más importante para correr, son varias las causas, como ocio, afición, control de peso, opciones de premio y razones sociales, que animan a los corredores a participar en esta modalidad de carrera. Las motivaciones para correr

podrían influir en la intensidad, la duración y la frecuencia de los entrenamientos, así como en el estilo de vida de los corredores de resistencia, lo que en conjunto podría afectar a su estado de salud a corto y largo plazo. A pesar de que los corredores de larga distancia se presentan ante la sociedad como muy saludables, se ha demostrado que pueden no serlo tanto. Por todo ello, la mejora de los programas de entrenamiento se ha convertido en un motivo de preocupación para corredores, entrenadores y profesionales de la salud (Hernando et al., 2020).

De igual manera, la masiva popularización de las carreras, basada en los principios de la salud y el bienestar, ha traído también consigo en algunos casos, conductas adictivas que han transformado su objetivo saludable, en otros fines que no ayudan al equilibrio entre salud y rendimiento. Como ejemplo se observa que, el ejercicio

físico, intenso y mantenido, genera un estado inflamatorio sistémico que a nivel renal se traduce en daño transitorio, aún sin fracaso renal agudo.

Los hay que hacen deporte y estando aburridos con su rutina diaria, buscan “nuevas experiencias”. Otros han visto en redes sociales runners que con orgullo, completan maratones. Es posible que haya llegado el momento de preguntarse si es hora de “subirse al carro” de la mítica distancia. Después de todo, correr parece ser una “tendencia” positiva a la que dar el salto, ya que hace que el corazón bombee, los músculos se muevan y los pulmones respiren el aire fresco del exterior. Sin embargo, golpear el asfalto durante tantos kilómetros nos hace preguntarnos si existen riesgos corporales graves involucrados.

1.1. La carrera

Para muchos, enfrentarse a una maratón es una de esas “hazañas” que hay que hacer al menos una vez en la vida, como tirarse en paracaídas, hacer puenting o viajar por el mundo. Esa sensación de cruzar el arco de meta después de recorrer 42,195 kilómetros es única. Pero no podemos olvidar que es un auténtico desafío físico para el que hay que prepararse con mucha antelación con el fin de no poner en riesgo la salud y evitar lesiones.

Cada año, cientos de miles de corredores se inscriben para correr una maratón importante y aproximadamente del 1-2 % de quienes comienzan, abandonan antes de llegar a la línea de meta.

Aunque veamos en las redes sociales a personas felices con sus medallas de *finisher*, el maratón tiene una cara B. Aquella en la que muchos se lesionan e incluso... ¡ponen en riesgo su salud!

Los motivos para correr un maratón suelen ser personales y por ello cada persona tiene los suyos propios.

Enfrentarse a un maratón es una decisión que no debe tomarse a la ligera. Aunque nuestro único objetivo sea terminarlo, si nuestro cuerpo no está preparado para afrontarlo, podemos “correr” riesgos por lo que respecta a la salud. El maratón, por su largo kilometraje, es una prueba que en muchos aspectos poco tiene que ver con el medio maratón, ya que el castigo al que sometemos al cuerpo es enorme, muchísimo mayor que en los 21K, y ya ni hablamos si lo comparamos con el 10K.



Lo primero que debemos preguntarnos es si tenemos el suficiente bagaje como corredores. Hay quienes se proponen correr un maratón cuando apenas llevan un año corriendo, y habiendo realizado poco deporte antes de ponerse a correr. Esto es un grave error, pues ni su organismo ni su capacidad aeróbica, están preparados.

*“Pain is inevitable. Suffering is optional; el dolor es inevitable, pero el sufrimiento es opcional. Cuando una persona que está corriendo piensa: Uf, que duro, no puedo más, lo de la dureza es un hecho inevitable, pero lo de poder o no poder más, eso queda ya al arbitrio del interesado”*¹ (Haruki Murakami, 2010).

¿Cuáles son esos motivos que hacen que te embarques en esta aventura? (Lopez, 2021)

- Superación

Correr un maratón es una experiencia única en la que requiere de mucho esfuerzo para conseguir tu objetivo.

Es cierto que los entrenamientos pueden ser más o menos duros, pero correr 42 kilómetros y 195 metros se pueden convertir en una auténtica prueba de esfuerzo, físico y mental.

La capacidad de resistencia que se debe mantener en toda la prueba, hará que sea un objetivo muy ambicioso para quienes disfrutan con las pruebas de fondo.

Cuando cruces la línea de meta te darás cuenta, especialmente en la primera maratón, del tremendo esfuerzo que has hecho para conseguirlo.



- Probar nuevas distancias

Quizás esta es una de las razones para correr un maratón menos emocionales. Sí que lo es si vienes de pruebas de más intensidad, como el medio fondo. Sabes que un maratón lo puedes preparar a cualquier edad, pues lo que prima es la capacidad aeróbica y no la anaeróbica, por lo que el empeoramiento de la marca por el paso de los años no será tan evidente, como lo es en pruebas más rápidas.

¹ Del libro “De qué hablo cuando hablo de correr”.

- Vivir un maratón cambia tu vida

Correr un maratón puede llegar a cambiarte la vida. Es un camino en el que vas experimentando diferentes emociones, desde ilusión por participar, hasta fatiga y ganas de abandonar cuando todo se tuerce.

Después de haber entrenado tan duro, de haber sufrido en entrenamientos infinitos, y de superar la competición, no habrá ningún objetivo que te asuste. Te convertirás en una persona mentalmente más fuerte, y serás capaz de abarcar proyectos y objetivos mayores.

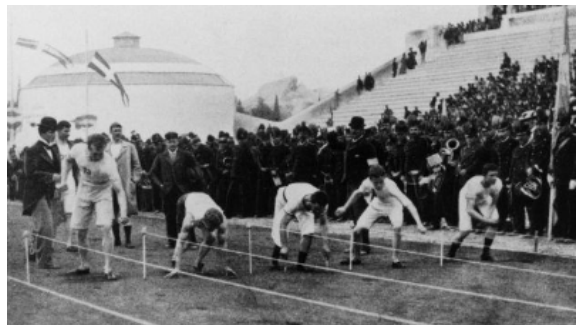
- Mejorar tu disciplina

Es cierto que la disciplina es algo común en cualquier distancia en la que quieras competir buscando mejorar tu rendimiento, pero la diferencia con el maratón es que, si no tienes disciplina, no vas a conseguir terminar la prueba.

Para llegar a la línea de meta necesitas entrenar como si fuera una obligación más, sin importar el cansancio, el clima y sacando tiempo hasta donde no hay.

1.2. ¿Qué es?

Según el Reglamento de Competición de la IAAF-RFEA (*Reglamento Competición2022 WorldAthleticsESP.pdf*, s. f.), “maratón es una carrera de 42,195 km que debe efectuarse sobre carreteras asfaltadas. Sin embargo, cuando la circulación u otras circunstancias similares lo hagan impracticable, el recorrido,



debidamente marcado, podrá seguir un carril para bicicletas o un sendero de peatones a lo largo de la carretera, pero no deberá pasar por terrenos blandos como arcenes con césped o algo semejante. El recorrido deberá medirse por el camino más corto posible que un atleta pueda seguir dentro de la sección de carretera que se le permita utilizar en la carrera. La línea de medición se marcará a lo largo del recorrido en un color que resalte y que no pueda ser confundido con otras señalizaciones. La longitud del recorrido no será nunca menor que la distancia oficial de la prueba y deberá certificarse con anterioridad por un medidor de recorridos reconocido por World Athletics (Se usará para mediciones el Método de la Bicicleta Calibrada)”.



Coloquialmente, se puede entender como una prueba deportiva atlética de larga distancia en la que se deben recorrer 42 km y 195 metros a un ritmo constante con el objetivo de ser el primero en cruzar la meta en el menor tiempo posible ¡**Error!**

Quizá una definición más exacta sería similar a la anterior, pero con un objetivo bien distinto. Apenas 10 corredores pueden aspirar a vencer en la mítica distancia griega. El resto de participantes tienen como objetivo debutar, mejorar su marca anterior o simplemente... ¡Disfrutar! Desafiar al tiempo, al reloj, a la lluvia, al sol, al frío, al calor. Luchar contra los kilómetros y sobre todo contra ellos mismos. Luchar para ver cumplido un reto, luchar por la superación, luchar por el sufrimiento, luchar contra el dolor, luchar por la felicidad, luchar por... ¿La Gloria?

Todo parece comenzar con el sonido del despertador, como si de un día de Reyes de nuestra infancia se tratase. Con la ilusión y deseo de que nuestra carta haya llegado hasta SS.MM., pero inconscientemente ha comenzado bastante tiempo atrás, cuando...



1.3. Un poco de historia

En sus historias, Heródoto de Halicarnaso², documenta la batalla de Maratón, batalla determinante en la Primera Guerra Médica entre Grecia y Persia, del 490 a.C. y que se desarrolló en la playa ateniense de Maratón. Pese a que al final de la batalla los griegos consiguieron sobreponerse y derrotar a los persas, en un principio, los atenienses tenían todas las de perder. Por ello, los generales griegos enviaron un mensaje a Esparta de la mano del mensajero Filípides.

Heródoto relata que Filípides era correo de profesión, de ahí su elección para recorrer los 246 km que separaban Atenas de Esparta, una distancia que recorrió en dos días. Al llegar a la ciudad de los guerreros, el mensajero les imploró su ayuda,



pero *“los lacedemonios, que querían de veras enviar socorro a los de Atenas, les era por de pronto imposible si querían faltar a sus leyes; pues siendo aquel el día nono del mes, dijeron no poder salir de la empresa, por no estar todavía en el plenilunio, y con esto dilataron hasta él la salida”* (Ser13gio, s. f.).

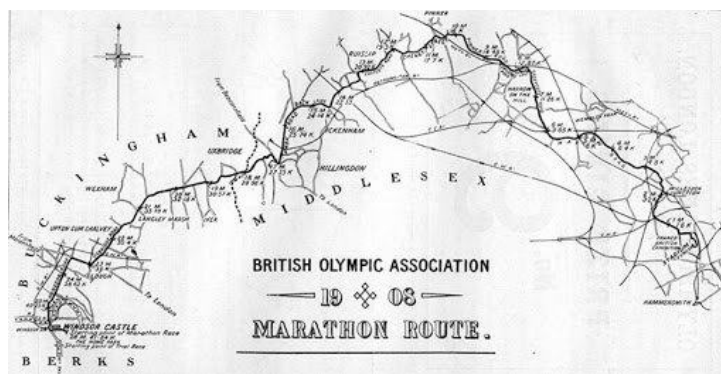
² Historiador y geógrafo griego, amante de los viajes, curioso y tolerante.

Heródoto relata la marcha del ejército griego, que hizo el camino de 40km. Posteriormente, alrededor del 50 d.C, Plutarco relató la carrera de Tersipo de Maratón a Atenas para anunciar la victoria y Luciano de Samosata, un siglo después de Plutarco, atribuyó esa carrera a Filípides.

1.4. 42 y pico

Si en el apartado anterior se ha mencionado la distancia desde Maratón a Atenas ¿Qué sucede con los 2.195 m. que faltan para llegar a los actuales 42.195 metros?

La distancia actual se corrió por primera vez en los 4º Juegos Olímpicos, los de 1908 que se organizaban en Londres.



El motivo de la ampliación se lo debemos a un “*capricho*” de la familia real británica.

En principio el Maratón se iba a celebrar sobre una distancia de 38 km, algo inferior a la que se corrió en 1896. La salida estaba fijada en el Castillo de Windsor y la llegada en el Estadio Olímpico White-City, en Shepherd's Bush, pero la reina Alexandra, consorte del rey Eduardo VIII, quería que sus nietos pudieran ver el inicio de la carrera, por lo que el Maratón debía comenzar en el ala este del castillo de Windsor, **una milla** más del recorrido previsto originariamente.

Pero la reina, además, sufría una cojera, y pidió que la línea de meta no estuviera en la puerta del estadio olímpico Shepperd's Bush, como se había acordado, sino que se fijara justo debajo del palco real donde estaría sentada ella, para que pudiera ver el final de la prueba sin desplazarse. Así que se incrementó en **385 yardas** más, la entrada de los corredores a meta, hasta llegar a los actuales 42,195 km (Redacción, 2021).



Así, en el congreso de la Federación Internacional de Atletismo de 1921, se estableció como distancia oficial los 42.195 metros.

¿Sería lícito volver a la distancia de 40 km una vez formalizado el *Brexit* por parte del Reino Unido?

1.5. Dime tu nombre...

Realmente, una de las cosas que más me intrigó cuando decidí preparar mi primera carrera de esta distancia fue el hecho de su nombre. Sí, puede ser sorprendente, pero así es. No sabía si iba a preparar **un maratón o una maratón**. Sabía que iba a correr una carrera... pero no tenía conocimiento de su nombre (J. Fabregat, 2013)

En castellano, por lo general, las palabras acabadas en *-n* son masculinas: camión, melón, avión, etc. ¿Lo es maratón?

Por contra, si se hace referencia a una ciudad, esta es femenina, como la ciudad de Tokio, la ciudad de México, la ciudad de las Artes y las Ciencias,... ¿Será femenina o masculina la ciudad de El Campello? ¿Híbrida tal vez?

Alguien se puede preguntar si cumplí con mis expectativas, pero quizá no sea esto lo más relevante. Lo realmente importante es que pasado el tiempo y habiendo participado en otras carreras de estas características, me persigue y sigue asaltando la duda ¿el maratón o la maratón?

Creo que a este respecto, me sucede lo mismo que a uno de los protagonistas de la obra más notable escrita por Umberto Eco: *“¡Jamás supe ni sabré su nombre!”*³



1.6. Entrenamiento

1.6.1. Físico

Un plan de entrenamiento de maratón completo incluirá al menos cuatro elementos diferentes, como son tiradas largas de al menos 32 km, cuestas y cambios de ritmo, entrenamiento cruzado y descanso, junto a una reducción gradual de kilómetros antes del día de la carrera. En cuanto a la duración, dependerá del estado físico y del nivel de experiencia personal, así como del entrenador/-a que estés siguiendo. En términos generales, la mayoría de los planes de entrenamiento abarcan de 12 a 20



³ Del libro “El nombre de la Rosa”.

semanas. Esto se debe a que el cuerpo debe prepararse correctamente y poco a poco para el gran día, a la espera del pistoletazo inicial. Para cuando te sientas solo entre la multitud. Para cuando te asalten las dudas. Para cuando te crees pequeño e insignificante. Para cuando tengas los nervios a flor de piel.

Es fundamental ser sincero contigo mismo acerca del nivel que tienes. Los corredores de maratón principiantes y de mayor edad necesitarán más tiempo para recuperarse de los entrenamientos, lo que significa que necesitarán más tiempo para avanzar hasta la carrera más larga. Apresurarse puede provocar fracturas por estrés u otras lesiones habituales, y nadie tiene tiempo para eso.

- La Prueba de esfuerzo

Según la Fundación Española de la Salud (FES), el fundamento principal de esta prueba es poner de manifiesto patologías que no presentan síntomas cuando el paciente se encuentra en reposo, pero que pasan a ser sintomáticas cuando realiza ejercicio físico.

Es un test de carácter diagnóstico que evalúa la resistencia cardiovascular de una persona. Gracias a esta prueba, se pueden detectar o atajar posibles anomalías o trastornos cardiovasculares relacionados con el flujo de sangre al corazón que no se aprecian en reposo al hacer un electrocardiograma convencional («Prueba de esfuerzo; para qué sirve y en qué consiste», 2019).



De esta forma, y dado que el corazón se somete a un esfuerzo intenso mientras se lleva a cabo la prueba, los médicos estudian cómo reacciona el corazón ante esta situación⁴. También sirve para comprobar el estado físico de una persona que ha decidido someterse a un plan de entrenamiento o se va a iniciar en la práctica de algún deporte exigente. Prácticamente, la totalidad de los

especialistas en medicina deportiva, recomiendan llevar a cabo una prueba de esfuerzo dentro de un reconocimiento médico previo exhaustivo antes de empezar a hacer ejercicio. Ello determinará si la actividad elegida es adecuada para el paciente en función de su forma física y de su situación clínica.

Asimismo, esta prueba sirve para planificar el plan de entrenamiento en cuanto a frecuencia, intensidad, periodos de descanso, nutrición..., ya que aporta información muy valiosa acerca de la resistencia cardiovascular del sujeto y de los logros que puede ir alcanzando sin poner en riesgo su salud.

⁴ Ver Anexo I

La realización de esta prueba va encaminada a conocer la adaptación al esfuerzo del deportista, sobre todo a nivel cardiovascular. Es decir, cómo responden el latido cardíaco, la tensión arterial y el trazado en el electrocardiograma a las exigencias del esfuerzo al que se somete el cuerpo. De ahí la importancia de hacérsela ante una prueba exigente como es una maratón.

En España, no es obligatorio realizar una ergometría antes de presentarnos a carreras de grandes distancias. Aun así, **es lo primero que se debería hacer.**

Muchas personas desconocen si sufren de algún problema cardíaco y están exponiéndose a un grave riesgo.

1.6.2. Psicológico

En un maratón nuestra mente juega un papel fundamental.

Recorrer 42,195 kilómetros supone todo un reto psicológico. Debes trabajar la autoconfianza, la concentración y el autocontrol de tus emociones. Es muy importante que durante las sesiones de entrenamiento se preste mucha atención a estos aspectos.

El deporte, a partir de un cierto nivel de dedicación y destreza, se vuelve una disciplina sumamente psicológica, además de física. Enfrentarse a un rival o integrarse en un grupo como parte de un equipo, en cualquier modalidad, exige mentalización, esfuerzo, preparación y entrenamiento. Sin estos ingredientes, el éxito personal puede llegar a ser inalcanzable.



Por eso, para conseguir metas, es necesario cuidar el aspecto mental. Concentrarse y “preparar la cabeza” para la carrera es esencial, sobre todo si el deporte se afronta como un desafío en el que nuestro mayor rival somos nosotros... ¡Con nuestros miedos y expectativas!

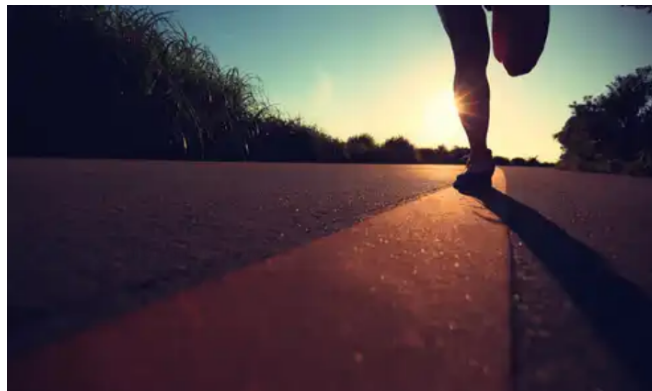
Dentro del atletismo, por ser la prueba reina, quizás sea una de las pruebas en las que lo psicológico tiene un peso mayor. Ya lo tiene en la preparación, donde los días se llenan de kilómetros y las piernas de pequeños o grandes dolores que van reptando de un tobillo al otro.

Así, el propio entrenamiento físico va acompañado de un entrenamiento en resiliencia. Momentos en los que la tentación de abandonar es muy grande. Instantes en los que nos preguntamos “¿qué hago yo aquí sufriendo?”

Otro factor psicológico importante, además del de vencer al dolor y al cansancio, es el de enfrentarse a la ansiedad. Ese nervio que aparece los días previos a la prueba y que contiene la presión de responder el día señalado al entrenamiento realizado.

El maratoniano sabe que durante esos últimos días va a ganar poco -lo que tenía que ganar ya lo ha ganado entrenando durante los meses previos-, pero puede perder mucho con una pequeña gripe o un virus. De ahí que en estos últimos días, en los que el volumen de Km en los entrenamientos baja, la sensibilidad a cualquier tipo de sensación extraña, aumente.

Finalmente, antes de meternos de lleno en la psicología dentro de la prueba, señalar que correr una maratón debe ser siempre una decisión alejada del impulso. Debe ser el final de un proceso largo, de fondo, en el que tanto el cuerpo como la mente vayan adaptándose poco a poco a cargas de trabajo mayores. Correr esta prueba supone un impacto enorme a nivel orgánico, incluso para los atletas más preparados. Es decir, incluye una fase física y mental importante, antes de hacer una preparación específica para la prueba.



En "*Qué pasa por la cabeza del corredor de maratón*" (Tomás Vich Rodríguez, 2015), el autor asegura que durante la prueba se presentan seis etapas o fases diferenciadas:

- Euforia: tiene lugar desde antes de empezar y durante los primeros kilómetros. Está caracterizada por los nervios pre-carrera. Se entremezclan pensamientos de alegría, con otros que reflejan las primeras dudas. En cualquier caso, el cuerpo debe llegar descansado a la prueba y la mente deseosa de devorar kilómetros.
- Charla: sucede entre los kilómetros 6 hasta el 15, aproximadamente. Gran parte de los corredores se dedican a hablar con los compañeros. Hay una tendencia a acelerar el paso, empujados por los ánimos del público, que provoca un agotamiento prematuro.

- Transición: del 16 al kilómetro 23. Es una etapa neutra psicológicamente. La mayoría de los corredores actúan como “deben”, concentrados y centrados en su propio ritmo. Es la etapa del “FLOW”⁵
- Latente: entre el 24 y el 31. Realmente es cuando comienza el maratón. Se empieza a sentir el peso de la carrera, el sufrimiento físico y mental. Comienza la angustia y lo único que se quiere es acabar. Las ganas de correr empiezan a desaparecer y la mentalización flaquea.
- Sufrimiento: desde el 32 al 42. Puede llegar el “muro”, uno de los más temibles obstáculos de la carrera. El momento en el que el atleta, debido al agotamiento de las reservas de glucógeno, empieza a utilizar la grasa como fuente principal de energía para alimentar los músculos.
- Éxtasis final de carrera: últimos metros. Se produce cuando el atleta adquiere la certeza de que va a alcanzar esa meta que unos cientos de metros antes le parecía tan lejana.



Desde finales de los años 70 hasta hoy, se vienen analizando diferentes estrategias cognitivas con las que afrontar los distintos momentos de la carrera. Morgan y Pollock (Morgan & Pollock, 1977), los pioneros, propusieron lo siguiente:

- Estrategias de asociación, centradas en la actividad involucrada en la carrera, como focalizar la atención a aspectos corporales provenientes del esfuerzo realizado (respiración, frecuencia cardíaca, temperatura, pesadez de las piernas, dolor, ...).
- Estrategias de disociación, consistente en distraer la atención hacia aspectos no relacionados con el esfuerzo realizado (estímulos del ambiente como el público o ruidos de la calle, hacer cálculos mentales, pensar en una canción, sumergirse en un estado de trance repitiéndose un mantra, pensar en momentos o situaciones de la vida que nada tienen que ver con la actividad de correr, ...).

⁵ El Flow es un estado emocional positivo que se caracteriza por una implicación total en la actividad que estamos realizando, sin importarnos nada más, mientras mantenemos un grado de concentración absoluto (Cuevas, 2013).

Partiendo de esta idea, desde su aparición hasta hoy día se han realizado diferentes investigaciones acerca de cuáles son las estrategias que utilizan los corredores de fondo y cómo influyen en su rendimiento, haciéndolo en relación con otras teorías con sustento científico que forman parte del compendio de conocimientos de la psicología del deporte. De manera resumida, parece que los corredores de fondo de alto nivel utilizan en mayor medida las **estrategias asociativas** para mejorar su rendimiento, mientras que los atletas aficionados, rinden mejor con **estrategias disociativas**. Los atletas de niveles medios van alternando ambas estrategias.

Otra cuestión de interés es analizar el contenido de los autodiálogos. Qué nos decimos, en qué pensamos, cómo nos motivamos, cómo luchamos contra las ideas de abandono, cómo convivimos con el dolor, ... En definitiva, qué pensamientos son positivos, racionales y adaptativos, y cuáles son lo contrario a esto, así cómo qué estrategias se deberían seguir para controlarlos.



Como se puede ver, la gestión de los pensamientos, los diálogos internos y cómo dirigir la atención, pueden suponer un factor decisivo en el rendimiento en carreras de fondo. Por ello, se requiere de un entrenamiento previo, no dejando nada a la improvisación, pensando que es fácil de hacer de manera intuitiva y automática. Técnicas como la detención del pensamiento, la reestructuración de pensamientos,

las autoinstrucciones, el uso de palabras clave o el reenfoque de la atención, pueden resultar de utilidad para superar los momentos críticos.

1.7. Las matemáticas. Factores y variables

Es muy recomendable calcular el tiempo que se tardará en completar una carrera cuando el corredor se está preparando para una cita importante. Es habitual entre aficionados, ya que ayuda a hacer una planificación eficaz que permite dosificar y gestionar esfuerzos. Para ello se debe tomar como punto de partida, el estado de forma en el que se encuentren y las posibilidades reales que creen tener.

Si una persona aficionada al atletismo acude a una cita importante con deseos de completarla, pero no la ha planificado con base en buenos cálculos, sentirá que ha fracasado y caerá en la frustración. Es lo que sucede cuando uno se marca objetivos demasiado ambiciosos o poco realistas.

Así pues, calcular bien el tiempo en torno a esta previsión, ayuda también a cumplir el objetivo y mantener la motivación. La sucesión de hitos sería así: buen cálculo y

planificación, dosificación de esfuerzos, consecución de objetivos y mantenimiento de la motivación.

Dentro del estudio de la carrera a pie, a menudo pensamos que las Matemáticas ocupan un papel fundamental.

La gran ¿utopía?, es lograr ese "desideratum" de la ecuación de la carrera a pie. ¿Es posible conseguir esa "ecuación del running"? (*Las matemáticas y el running*. - Santo Domingo Corre, s. f.) Tendría sus parámetros, sus variables y sus constantes. Se van logrando avances parciales, pero la ecuación total de la carrera a pie sería uno de los descubrimientos científicos más importantes que se puedan lograr, ¡si es que se llega a lograr!

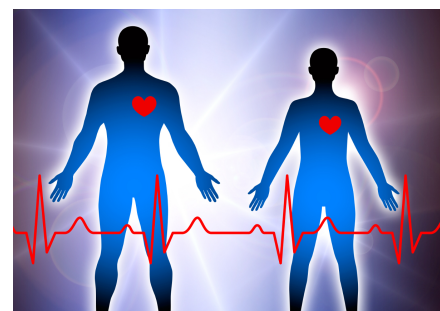


Puede que hablar de running sea hablar de Matemáticas, aunque en principio no lo parezca. Continuamente empleamos lenguaje matemático aplicado: promedios o "ratios" de carreras, GPS, ritmo, distancia de las pruebas, registros de pisada, índices aeróbicos o anaeróbicos, marcas personales... Y así podríamos seguir hasta confeccionar todo un tratado de Matemáticas aplicadas a la carrera a pie.

El correr toda la vida, se ha convertido en un objetivo del corredor. Para ello, ha de dosificarse en su esfuerzo y ha de conocer su organismo (ese "*gnosce te ipsum*"⁶ de Sócrates y de Platón). Según las categorías de edad, el rendimiento, la resistencia y la velocidad varían, y hay que adaptarse a cada una de estas etapas.

Por eso, una planificación es y debe ser esencial, realizada personalmente o con ayuda de un entrenador personal.

Cada vez más, se va desarrollando en las facultades de Educación Física y del Deporte de las universidades toda una serie de investigaciones experimentales aplicadas al mundo del running, lo que contribuirá a un mejor conocimiento de la carrera a pie.



⁶ Conócete a tí mismo.

Digamos, que las ciencias auxiliares pueden ser de gran ayuda. Una Química Matemática (colesterol, genes...), una Física Matemática (espacio-tiempo, velocidad...), la Estadística, la teoría de errores y la de probabilidades en cuanto a ramas básicas, pueden ser buenos ejemplos.

La fórmula de Karvonen⁷ es una de las más sencillas y fiables que existen para medir y controlar la intensidad del ejercicio. Es una fórmula matemática que nos permite determinar las zonas de entrenamiento de frecuencia cardíaca (FC) objetivo. La fórmula utiliza la frecuencia cardíaca máxima (FCM) y en reposo (FCR) con la intensidad de entrenamiento deseada para obtener una **frecuencia cardíaca objetivo** (*Frecuencia cardíaca de reserva e intensidades en el entrenamiento de resistencia, s. f.*):

$$\% \text{ de FC objetivo} = ((\text{FCM} - \text{FCR}) \times \% \text{ de intensidad}) + \text{FCR}$$

Por ejemplo, para una persona cuya frecuencia cardíaca máxima es de 200 y la mínima es de 50, los valores de intensidad de entrenamiento del 80 % serían los siguientes: $(150 \times 0,8) + 50 = 170$ ppm.

Previamente, también mediante una fórmula, podemos calcular la Frecuencia cardíaca máxima. La que más se acerca al resultado o más fiable es la que propuso “Tanaka” en 2001 (Fitness, 2014)

$$\text{FCM} = 208,75 - (0,73 * \text{edad})$$

A pesar de todo, siempre habrá variables que jamás se puedan controlar, como puedan ser los nervios del principiante en la salida, el miedo al fracaso, la emoción ante la expectación, el viento, la lluvia y todos aquellos fenómenos meteorológicos que se escapan de nuestras manos, y que puedan dar al traste en un día tan esperado y tan especial: El día de la carrera.

En el caso de la temperatura ambiente en el ritmo, este depende de la capacidad del corredor. El aumento de las temperaturas del aire, ralentiza más el ritmo, en los corredores más rápidos, produciendo una desaceleración en su velocidad (Ely et al., 2008).

Por todo ello, ¿Es la maratón una “carrera matemática”?

⁷ médico y fisiólogo finlandés, conocido por sus estudios sobre la epidemiología de las enfermedades cardiovasculares

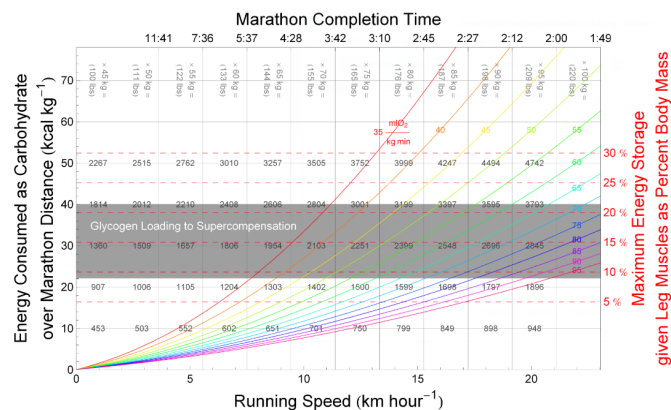
1.8. “The Wall”

Según Benjamin I. Rapoport⁸ (Rapoport, 2010), los mitos y los conceptos erróneos sobre la fisiología humana y cómo puede y debe optimizarse a través del entrenamiento, la nutrición, la farmacología y la estrategia de rendimiento abundan tanto en el atletismo recreativo como en el competitivo. La carrera de resistencia grava severamente las reservas de carbohidratos que, a diferencia de las reservas de grasa, pueden limitar el rendimiento porque son comparativamente pequeñas. Entre los atletas de resistencia, el agotamiento de las reservas fisiológicas de carbohidratos se conoce como "el muro", y los atletas realizan una variedad de prácticas, conocidas colectivamente como "carga de carbohidratos", diseñadas para evitar un fallo tan catastrófico. En consecuencia, el manejo de la energía ha sido tradicionalmente quizás el área de mayor incertidumbre fisiológica en la carrera de maratón: ¿Cuántos carbohidratos necesita un corredor determinado para completar la carrera y cómo puede un corredor en particular evitar agotar sus reservas de carbohidratos, sabiendo que tal agotamiento provocará una disminución drástica, abrupta y dolorosa del rendimiento?



Los principales factores fisiológicos que contribuyen al rendimiento de la carrera de resistencia son la capacidad aeróbica ($\dot{V}O_{2max}$) y el coste energético de funcionamiento; factores adicionales, como la morfología del corazón y la cinética del lactato durante el esfuerzo (en hombres), y la adiposidad y los niveles de hierro en sangre (en mujeres), parecen limitar el rendimiento en los niveles más altos que actualmente alcanzan los corredores de maratón de élite.

Sin embargo, la capacidad de un corredor individual para rendir a su capacidad fisiológica presupone la disponibilidad de los sustratos de combustible metabólico necesarios para mantener altos niveles de rendimiento.



⁸ En su estudio “Metabolic Factors Limiting Performance in Marathon Runners”.

2. Objetivos

Este trabajo de fin de grado tiene tanto objetivos generales, como específicos. El objetivo general es explicar en qué consiste una carrera de maratón, ahondando en los motivos que llevan a corredores y corredoras “populares” a intentar completarla en algunos casos y en otros a “especializarse” en la distancia. Por otra parte, conocer los riesgos y beneficios que pueden suponer para quienes hacen carreras de fondo, el hecho de participar en una o varias de ellas e “invadir” una vez al año las calles de las principales ciudades del mundo.

Como objetivo específico, analizar diferentes definiciones y estudios realizados hasta la fecha, para conocer el daño fisiológico agudo que se produce en un corredor de maratón. Así como el estudio del tiempo que el participante tarda en volver a sus valores de normalidad. Todo ello centrándonos en:

- Identificar y analizar los riesgos cardiovasculares que supone la carrera.
- Explicar la repercusión de daños nefrológicos que se puedan sufrir.
- Daños musculares.
- Manifestación de calambres en carrera.
- Efectos de la maratón sobre la cognición y la vascularización.
- Analizar los beneficios físicos y psicológicos que puedan suponer correr maratones.



3. Metodología

El documento se ha realizado a partir de búsquedas y análisis de publicaciones, con el objetivo de recopilar información sobre el tema propuesto. Se ha hecho especial hincapié en los beneficios que pudieran aportar o riesgos y contraindicaciones que pudieran surgir, como consecuencia de practicar la carrera de fondo a pie y más concretamente la prueba reina del atletismo, la/el Maratón. Esto es, siempre de manera competitiva y bajo el prisma del corredor aficionado, excluyéndose, por tanto, el profesionalismo.

En primer lugar, se ha buscado en Internet información sobre la temática de carreras populares en general. A continuación, se ha profundizado en el término maratón, dando preferencia en el estudio a páginas web de revistas científicas, que aportan publicaciones sobre datos investigados y debidamente contrastados. Ello se ha realizado mediante búsquedas concretas con los objetivos del proyecto como punto de mira, llevadas a cabo con el buscador “Google Académico”. Organismos que

regulan este tipo de carreras, también han sido consultados en busca de la reglamentación y permisos para quienes participan. Por último, se ha recurrido a libros publicados y vídeos de la plataforma *Youtube*.

En segundo lugar, se ha sometido a estudio y extracción de datos a la Memoria Final del “Proyecto CRS, corre|recupera|repite|siempre|saludable” (*Proyecto CRS - Memoria Final*, s. f.) elaborado por la Universitat Jaume I (UJI)⁹ en el año 2016, tomando como muestra a participantes en la Maratón de Valencia “Trinidad Alfonso”, de ese mismo año. Igualmente, se han consultado diferentes producciones científicas, derivadas de dicha Memoria.



4. Resultados

4.1. Riesgos cardiovasculares

Los maratones dañan los corazones de los corredores menos aptos hasta por tres meses

Según un estudio llevado a cabo por investigadores y corredores de la Heart and Stroke Foundation de Canadá, dirigido por el Dr. Larose (*Marathons Damage the Hearts of Less Fit Runners for up to Three Months, MRI Data Suggest*, s. f.), la **falta**



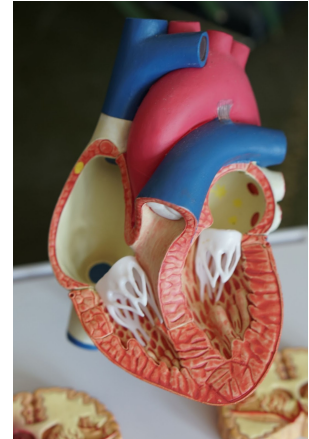
de aptitud aeróbica real puede afectar directamente la forma en que el corazón se organiza para sobrevivir al estrés de correr una maratón. Según el mencionado doctor, “*Los corredores de maratón pueden estar mucho menos en forma de lo que creen*”.

A ello se llegó mediante datos obtenidos de imágenes de resonancia magnética (IRM) pudiéndose averiguar,

⁹ Con la participación y patrocinio de Maratón Valencia “Trinidad Alfonso”, Fundación Trinidad Alfonso, Fundación Vithas nisa y s.d. Correcaminos.

qué sucede realmente en el corazón del corredor de maratón, a medida que se acumulan los kilómetros.

Su investigación encontró que la magnitud de los segmentos cardíacos anormales estaba más extendida y era más significativa en un grupo de **corredores menos aptos**. Durante el maratón, tenían señales de que el corazón podría estar en mayor riesgo de daño que el de los corredores que tenían un mejor entrenamiento o al menos, tenían una mejor capacidad de ejercicio.



El ventrículo izquierdo del corazón se divide en 17 segmentos que forman el corazón como un todo. Cuando un segmento se lesiona o se estresa durante el maratón, sus vecinos a ambos lados pueden tomar el relevo para realizar la función del área dañada. Esto hace que el corazón como un todo parezca más fuerte y en mejor forma de lo que realmente es cuando se considera cada segmento individual.

Todo ello hace que sea prácticamente imposible para los médicos, llegar a una evaluación precisa de la salud del corazón del corredor de maratón, cuando solo consideran el corazón en su totalidad.

"Esto puede ser un importante mecanismo de supervivencia adaptativo, como la forma en que el cerebro puede cambiar de función después de un accidente cerebrovascular", Sigue diciendo el Dr. Larose. "Desafortunadamente, como resultado, los datos producidos por medios tradicionales pueden ser inconsistentes y engañosos.

"Esto significa que, aparte de realizar resonancias magnéticas en todos, nos queda solo una prueba práctica que puede indicar con precisión a los corredores su nivel de condición cardíaca bajo estrés", continúa el director de la investigación, profesor de medicina en la *Universidad Laval* y cardiólogo e investigador clínico en el *Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec*.

Esa prueba es el V_{O2} máx.¹⁰, la medida definitiva de la resistencia aeróbica.

El Dr. Larose tomó a corredores aficionados sanos y les realizó una evaluación completa de seis a ocho semanas antes, e inmediatamente después, corrieron un maratón. Se sometieron a pruebas de ejercicio, análisis de sangre y resonancia magnética.



¹⁰ V_{O2} max mide directamente el consumo de oxígeno corporal, y es la mejor prueba para proporcionar una medida precisa de una frecuencia cardíaca máxima segura (número de latidos por minuto) para los corredores.

"Lo que notamos en este estudio es que un corredor con menos preparación antes del maratón tenía un VO₂ máx. más bajo, por lo que tenía una menor capacidad de ejercicio. **En comparación con los corredores con mejor entrenamiento, se deshidrataron más y sus corazones mostraron mayores signos de lesión.** Los corredores menos entrenados también experimentaron una mayor pérdida de función asociada con un flujo sanguíneo más bajo y una mayor irritación de los segmentos del corazón".

"Sin el entrenamiento adecuado, la carrera de maratón puede dañar el corazón. Afortunadamente, la lesión inducida por el ejercicio es **reversible con el tiempo**, pero podría llevar hasta tres meses recuperarse por completo" dijo el Dr. Larose.

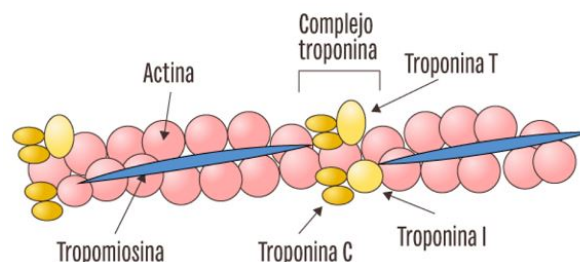
Elevación de las Troponinas cardíacas después de una carrera de resistencia

Un artículo publicado por *Reuters Health*, a raíz de un estudio del Dr. Juan Del Coso («Blood Markers Suggest Heart Damage in Amateur Marathoners», 2018), director del *Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Camilo José Cela* de Madrid, indica que algunos de los mismos marcadores sanguíneos que se disparan después de un ataque al corazón, también se disparan en los corredores aficionados de larga distancia, especialmente en los que corren un maratón completo.

El estudio evaluó a corredores no profesionales antes y después de carreras de 10 km, media maratón y maratón completo y descubrió que una proteína llamada **troponina**, que indica daño en el músculo cardíaco, aumenta muchas veces su nivel normal después de un maratón completo. Sin embargo, **no está claro si esto representa un daño a largo plazo.**

"La principal conclusión es que el estrés cardíaco durante un maratón es mayor que el estrés cardíaco producido al competir en eventos de distancias más cortas, al menos, en **atletas con poca experiencia y bajo entrenamiento**", dijo el autor principal del estudio.

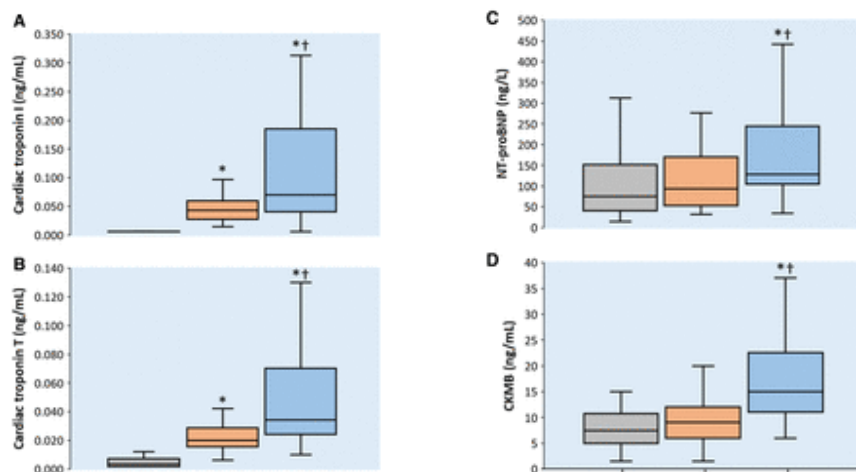
Se encontró una **relación entre la falta de entrenamiento y los altos niveles de daño muscular**, creyendo que este 'daño' en el músculo esquelético también podría ocurrir en las fibras musculares del corazón.



Del Coso y sus colegas midieron varios biomarcadores en la sangre de 63 voluntarios, cuya edad media era de 37 años, antes de las carreras y nuevamente 10 minutos después de que terminaran las competiciones. Dos tipos de biomarcadores mostraron pequeños aumentos, pero las troponinas cardíacas aumentaron drásticamente con el aumento de la distancia de carrera.

Si bien las muertes en carreras de larga distancia son relativamente raras, el aumento en los niveles de troponina "sugiere que los maratones ejercen una gran presión sobre el corazón", cita en el mismo artículo, el Dr. James Glazier¹¹, que no participó en el estudio. "Otros estudios que analizaron las resonancias magnéticas de los corazones de los corredores mostraron que pueden agrandarse mucho después de una carrera y nos preocupa que, con carreras competitivas, pueda tener algunas cicatrices en el corazón y luego, tal vez, algunos problemas de ritmo".

Los grandes aumentos en los niveles de troponina están "generalmente asociados con daño cardíaco irreversible", dijo Alan Wu, profesor de medicina de *Laboratorio en la Universidad de California* en San Francisco y director de *Laboratorio del Hospital General* de San Francisco. El laboratorio de Wu es responsable de evaluar los niveles de troponina de los pacientes que se presentan en el hospital con sospecha de un ataque al corazón.



En color azul los indicadores de maratón

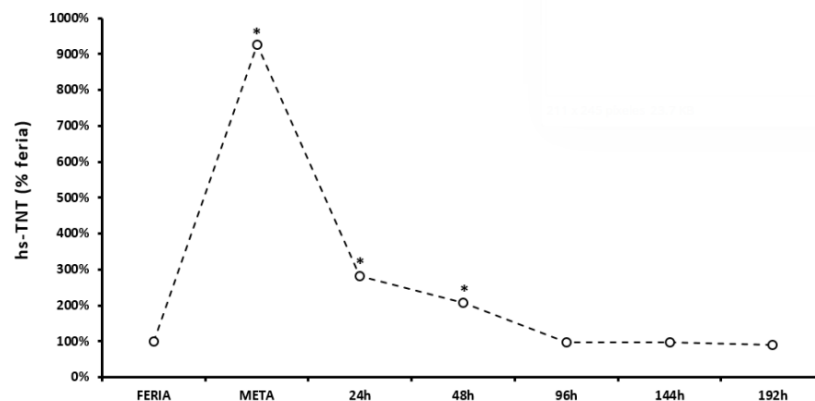
Concentración sérica de biomarcadores cardíacos después de completar carreras de 10 km, media maratón y maratón en corredores de resistencia aficionados. (A), troponina I cardíaca de alta sensibilidad, (B) troponina T cardíaca de alta sensibilidad, (C) NT-proBNP (péptido natriurético de tipo N-terminal pro-B) y (D) creatina quinasa-MB (CKMB). El extremo representa los rangos intercuartílicos de 1,5 más bajos y más altos. *Diferente de los corredores de 10 km en $P < 0,01$. †Diferente de media maratonistas en $P < 0,01$.

¹¹ Cardiólogo del *Centro Médico de Detroit* y profesor clínico de medicina en la *Universidad Estatal de Wayne* en Michigan.

“Aun así, el ejercicio es bueno para la salud del corazón”, dijo Wu, “Pero en esta ocasión los corredores pueden haber excedido lo aceptable para ellos. Y tal vez hubo alguna lesión cardíaca. Pero el corazón es uno de los pocos órganos que se remodela. Creo que las lecciones aquí son que el acondicionamiento y el ejercicio siempre son cosas buenas y superarían con creces la lesión que podría haber ocurrido en un evento, y como con cualquier cosa en la vida, hay que tomar las cosas con moderación”.

Los resultados obtenidos en el estudio participado por el Servei d'Esports de la UJI (*Proyecto CRS - Memoria Final*, s. f.), 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 postcarrera 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.



Evolución Hs-TNT durante la semana posterior a la carrera.

* Significativamente diferente del valor medido antes de la carrera

Complementariamente, a la distribución de frecuencias expuestas en el párrafo anterior, el seguimiento longitudinal de la concentración de hs-TNT durante la recuperación post-maratón, 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) (Martínez-Navarro et al., 2020).

Una investigación estadounidense analizó previamente a casi 11 millones de corredores que participaron en maratones entre 2000 y 2010. Durante la década, 40 de los corredores sufrieron un paro cardíaco, cuando el corazón deja de funcionar, y 28 de estas personas fallecieron (Kim et al., 2012).

Durante los últimos 35 años, el número de estadounidenses que participan en un maratón anualmente se ha multiplicado por veinte. En 2010, hubo un estimado de medio millón de finalistas de maratón. Algunos análisis (Ghio et al., 2012), estimaron la tasa de muerte súbita cardíaca (MSC) entre los corredores de maratón en aproximadamente 1 por cada 100.000–200.000 participantes.

Si bien el riesgo por participante no ha cambiado a lo largo de las décadas, la mortalidad absoluta ha aumentado a medida que aumenta el número de participantes. **El último 1,6 km de la carrera de maratón representa menos del 5 % de la distancia total, pero representa casi el 50 % de las MSC.** (Patil et al., 2012)

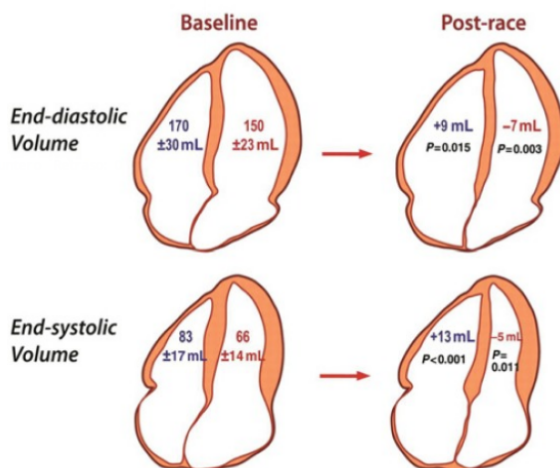
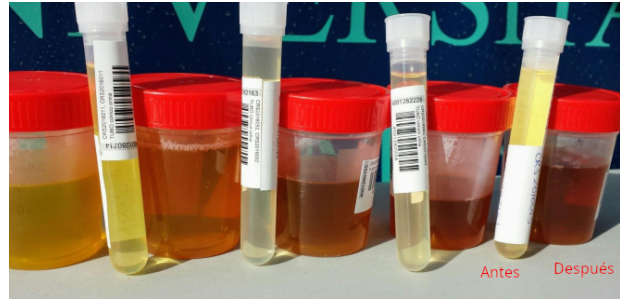


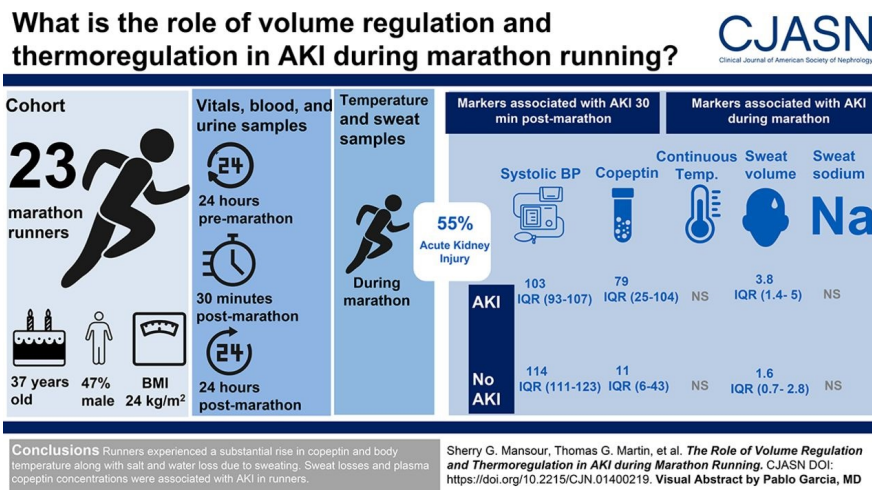
Fig. Efecto diferencial del ejercicio intenso prolongado sobre los volúmenes ventriculares derecho e izquierdo. Los volúmenes de referencia se muestran a la izquierda y los cambios en el volumen posteriores a la carrera se muestran a la derecha. Los volúmenes del ventrículo derecho aumentaron en el entorno posterior a la carrera, mientras que los volúmenes del ventrículo izquierdo disminuyeron, lo que resultó en una disminución de la fracción de eyección del ventrículo derecho pero no de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. (La Gerche et al., 2012)

4.2. Daño renal agudo durante la carrera

En un estudio publicado en la revista *Clinical Journal of American Society of Nephrology* (Mansour et al., 2019), el cincuenta y cinco por ciento de los corredores desarrollaron **LRA**¹² después del maratón y el 74 por ciento dieron positivo en indicadores de alguna lesión en los conductos renales, que regulan el agua y los electrolitos en la sangre al reabsorber solo lo que es necesario. Los hallazgos de las muestras de los corredores, que permitieron el examen microscópico de su orina, fueron similares en gravedad a los de los **pacientes en la unidad de cuidados intensivos** de un hospital.



Para llevar a cabo este estudio, se examinó las respuestas de volumen y termorregulación como posibles mecanismos en la LRA en corredores del maratón de Hartford de 2017. También se recogieron muestras de signos vitales, sangre y orina en 23 corredores 1 día antes del maratón, al finalizar y 1 día después de la prueba. Por otro lado, se midió la hormona conocida como **copeptina**¹³ (Carrillo-Esper, 2013) en cada punto de tiempo, y se evaluaron continuamente la temperatura corporal central, el sodio del sudor y el volumen durante la carrera.

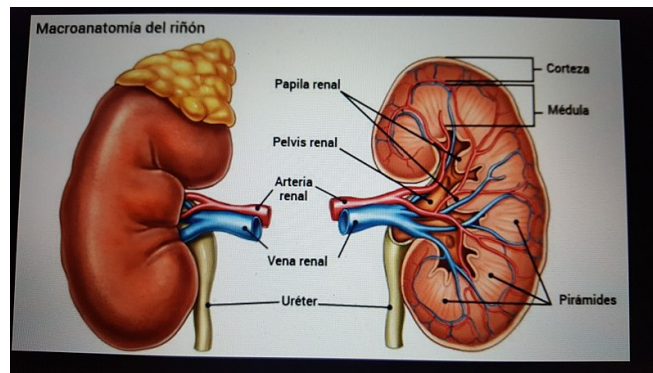


Se observó que los corredores con LRA tuvieron una clara pérdida de sodio y volumen de sudor. El sudor se compone principalmente de agua y electrolitos, de los cuales, el sodio es clave para equilibrar la cantidad de agua en el cuerpo.

¹² La *lesión renal aguda* (LRA) se refiere al síndrome clínico caracterizado por un descenso rápido de la función excretora del riñón, con acumulación de productos del metabolismo del nitrógeno, como la creatinina y la urea y otros productos de degradación no medidos.

¹³ La copeptina es un biomarcador no específico de la respuesta al estrés.

“Los corredores que tenían LRA perdieron alrededor de 4 litros en sudor en comparación con solo 2 litros en aquellos que no presentaban síntomas.”, dice el Dr. Mansour. También hubo evidencia biológica de que los corredores con LRA perdieron más sodio y agua en el sudor, ya que tenían niveles sustancialmente más altos de copeptina, que se produce cuando hay una disminución en el volumen circulante en nuestros cuerpos.



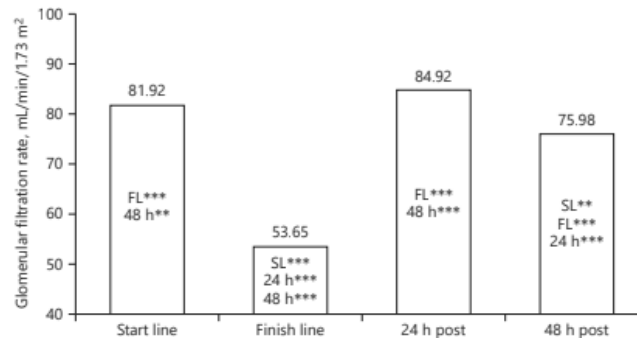
Dado que **el daño renal entre los corredores en los estudios fue temporal**, el Dr. Mansour indica que muchos corredores pueden preguntarse si esto es algo de qué preocuparse. Es algo que aún no se sabe. Pero sí se tiene conocimiento que **en la población enferma, la LRA está relacionada con malos resultados**, incluida una mayor probabilidad de desarrollar enfermedad renal crónica, que es un daño permanente a los riñones. Por último, el estudio no muestra si puede existir a largo plazo una enfermedad renal en corredores. Según los hallazgos de la investigación, los corredores con LRA tendrían niveles de copeptina hasta 20 veces más altos que los que no desarrollan tal lesión renal. Por ello, a mayor copeptina, más vasopresina¹⁴, menor flujo sanguíneo hacia los riñones, menor filtración renal, menor producción de orina, más inflamación y más riesgo de lesión renal general.

La lesión renal medida se solucionó dentro de los dos días siguientes a la prueba atlética.

Por otro lado, en el estudio publicado por Kidney Diseases (Panizo González et al., 2019) se puede observar que 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.**

¹⁴ Hormona que sirve para la contracción de los vasos sanguíneos y ayuda a que los riñones controlen la cantidad de agua y sal en el cuerpo.

Se encuentran también cambios que reflejan alteraciones glomerulares 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.



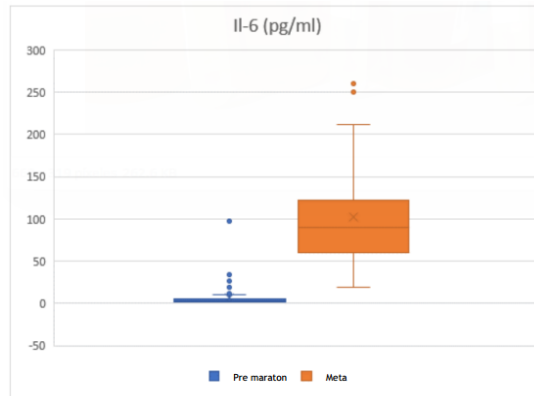
Evolución del filtrado glomerular¹⁵. Alteraciones del ritmo después de correr una maratón. Una comparación de datos recopilados desde la línea de salida, a las 48 h post-maratón. FL, línea de meta; SL, línea de salida. *p < 0,05; ** p < 0,01; ***p<0,001. (Panizo González et al., 2019)

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 24 h de la misma, permaneciendo posteriormente elevada aún en el segundo día. Estos tres parámetros se traducen en 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 segundo día. 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, 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. Ello 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. Una tercera opción, sería una menor

¹⁵ La tasa de filtración glomerular (TFG) es un análisis de sangre que evalúa el funcionamiento los riñones.

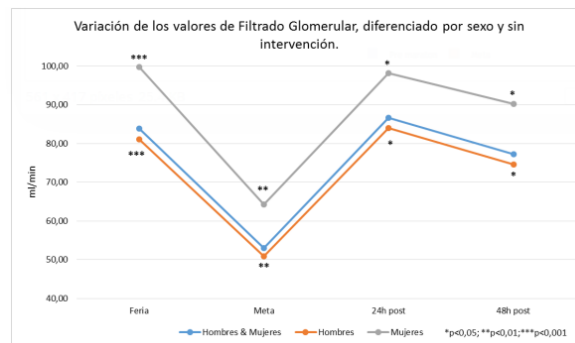
sensibilidad de este parámetro, lo que abre la hipótesis de estudios comparativos sobre su eficacia para detectar una rápida respuesta inflamatoria en sujetos sanos.



Modificación de la Interleuquina-6 antes y después de la maratón

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 24 h. Se observa una segunda reducción ligera y estadísticamente significativa de la función renal, a las 48 h de la llegada.

Por otro lado, se puede 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.



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

Resultados relativos a fracaso renal agudo (FRA) entendiendo como criterios para su diagnóstico, 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 es determinada por un aumento absoluto de la creatinina sérica de 0,3 mg/dl o más, o un incremento porcentual del 50% o más (1,5 veces el nivel basal).

De los 88 participantes que completaron 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

| | Valor |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tiempo medio de carrera del global de la población, (minutos) | 214 ± 20,8 |
| No FRA | 32 (37,21%) |
| FRA | 53 (63,9%) |
| FRA estadio 1 | 49 (59%) |
| FRA estadio 2 | 4 (4,8%) |
| Hematuria | 29 (34,5%) |

Eventos a la llegada. FRA (Fracaso Renal Agudo)

Se llevaron 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, tan solo se puede afirmar de modo categórico, que el tiempo de carrera medio fue menor en el conjunto de sujetos que desarrollaron FRA. En cuanto al grado de hidratación en la carrera o pérdida de líquido corporal, no existieron diferencias estadísticamente significativas, por lo que no se considera 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.**

Quienes desarrollaron FRA, presentaron 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. Posiblemente, sea de tipo inflamatorio** como sugiere la mayor microalbuminuria en el grupo de FRA,

reflejo de alteración en la permeabilidad del filtro glomerular renal. Este también se halla presente por ejemplo, en el caso de afectación renal por enfermedades inflamatorias de tipo reumatológicas, o bien en situaciones de hiperpresión glomerular (en pacientes hipertensos o diabéticos).

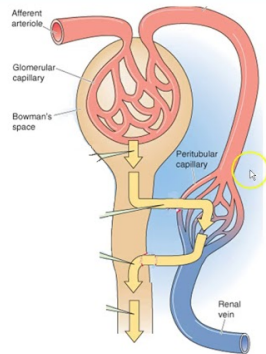


Fig. Circulación renal y filtración Glomerular

Los mayores niveles del marcador inflamatorio interleuquina 6 (Il-6) en nuestros corredores con FRA sugieren este mecanismo. Asimismo, tampoco se han 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.

4.3. Daños musculares

En un trabajo apoyado por el fondo de investigación de la *Universidad Dong-A*¹⁶ (Ryu et al., 2016) se investigó el impacto de diferentes distancias de carrera (10 km, 21 km y 42,195 km) en el daño del ADN muscular y de linfocitos en corredores aficionados. Treinta corredores varones fueron asignados aleatoriamente a grupos de 10 km, 21 km y 42 km, con 10 sujetos en cada grupo. Se recogieron muestras de sangre antes y después de las carreras y en el tercer día de recuperación, con el fin de examinar los niveles de daño muscular (Creatin Kinasa¹⁷ y Lactato Deshidrogenasa¹⁸) y daño en el ADN de los linfocitos (ADN en la cola, longitud de la cola y momento de la cola). Se obtuvo como resultado que la creatina quinasa sérica, la lactato deshidrogenasa sérica y el momento de la cola, fueron significativamente más altos después de las carreras en comparación con las muestras obtenidas antes de ellas en todos los grupos. Además, el grupo de 42 km mostró niveles significativamente más altos de creatina quinasa, lactato

¹⁶ Impact of different running distances on muscle and lymphocyte DNA damage in amateur marathon runners. Publicado en National Library of medicine.

¹⁷ 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.

¹⁸ La lactato deshidrogenasa (LDH) es una enzima que ayuda a producir energía. Está presente en casi todos los tejidos del cuerpo y sus niveles se elevan como respuesta a daño celular.

deshidrogenasa, y momento de cola que los grupos de 10 km y 21 km después de las pruebas atléticas. Como conclusión, queda demostrado que el ejercicio de resistencia extenuante puede causar daños en el ADN de los músculos y los linfocitos, y la extensión de dicho daño puede aumentar a medida que aumenta la distancia recorrida.



Por otro lado, el estudio CRS de la UJI (*Proyecto CRS - Memoria Final*, s. f.), indica que 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. Esta 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.

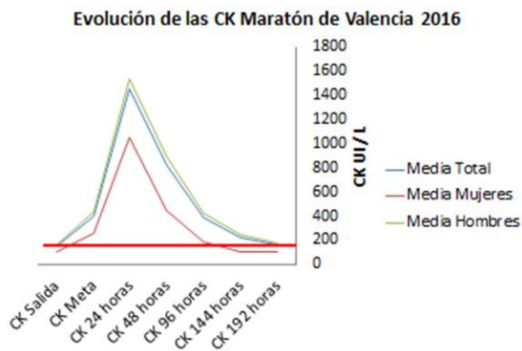
Para la muestra se utilizaron los valores de 86 corredores, cuyos valores medios en meta fueron de 401,35 UI/L con unos valores máximos de 1781,00 UI/L y mínimos de 133,00 UI/L y una Desviación estándar de 244,66.

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

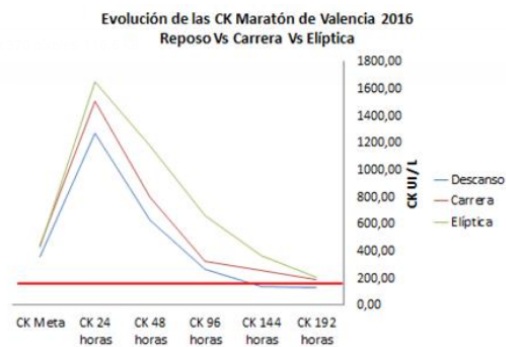
| Concentraciones séricas de CK | | | | | |
|-------------------------------|----|--------|----------|-----------|---------------------|
| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
| CK FERIA UI/L | 86 | 53,00 | 502,00 | 158,4884 | 77,11531 |
| CK Meta UI/L | 86 | 133,00 | 1781,00 | 401,3488 | 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 |

Evolución semanal

La máxima concentración de CK se determinó en la extracción de las 24 h, 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 192 h tras la finalización de la maratón.



Evolución de concentraciones séricas de Creatin Kinasa por sexo



Evolución de las CK según el tipo de recuperación

La conclusión a la que llegaron los investigadores de la universidad castellonense fueron:

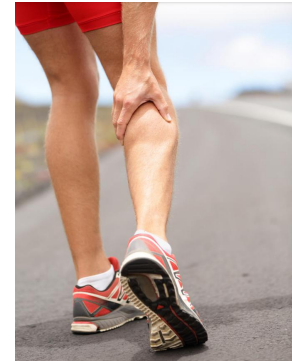
- Todos los corredores de la muestra evidenciaron un incremento importante de CK en sangre tras la prueba. El punto máximo de evolución de esta enzima se midió a las 24 h y las cifras se normalizaron entre las 144 h y 192 h tras la prueba.
- Las mujeres presentaron un incremento menor y una mayor recuperación que los hombres, tal vez relacionado con un menor IMC (Índice Masa Corporal).
- El tipo de recuperación fue determinante para la recuperación muscular tras la maratón. Quienes 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.

4.4. Manifestación de calambres en carrera

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 la muestra fue del 24'1% (20 casos de 83 corredores finishers y encuestados en meta) (*Proyecto CRS - Memoria Final*, s. f.).

Tradicionalmente, la aparición de calambres en carrera se ha asociado a una deshidratación excesiva, acompañada de una pérdida 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.



Así pues, el propósito del estudio llevado a cabo por “*Proyecto CRS*” 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. Igualmente, se quiso 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. 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, 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.

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

En segundo lugar, en relación con la posible relación entre la utilización del gimnasio como medio de entrenamiento y la incidencia de calambres en carrera, se observó 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. Sin embargo, no se hallaron, 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 con la máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo) entre los corredores que sufrieron calambres durante la Maratón y los que no (Martínez-Navarro et al., 2022).

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 (Schwellnus et al., 2011). Además, el presente 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.



4.5. Efectos de la carrera de maratón sobre la cognición y la vascularización retiniana

Una investigación¹⁹ publicada en *“Medicine & Science in Sports & Exercise”* en el año 2021, dirigida por la doctora Astrid Röh, del Departamento de Psiquiatría, Psicoterapia y Psicósomática de la Universidad de Augsburgo en Alemania (Roeh et al., 2021), sugiere que la forma en que el ejercicio prepara el sistema nervioso central podría ser **positivo para la visión, así como para la cognición y el corazón**. Los investigadores compararon a 100 corredores de maratón con 46 personas sedentarias (el grupo de control) durante un período de estudio de seis meses, observando específicamente la capacidad cognitiva y la solidez de la vasculatura retiniana, los vasos sanguíneos que respaldan la función ocular. Compararon estos parámetros entre los corredores y el grupo de control, y también notaron cómo cambiaban antes de correr un maratón, inmediatamente después y 12 semanas después.

¹⁹ Effects of Marathon Running on Cognition and Retinal Vascularization: A Longitudinal Observational Study

Encontraron que **“el ejercicio de resistencia como correr crea adaptaciones vasculares, y eso puede mejorar el rendimiento cognitivo y el sistema vascular en general”**.

En investigaciones anteriores (Nussbaumer et al., 2014), también se había encontrado que las arterias y las venas en la región de la retina, se ensanchan durante las pruebas en cinta ergométrica, especialmente aquellas que duran al menos unas pocas horas. En esas pruebas, las ventajas de la retina se mantuvieron durante casi tres horas después de que los participantes dejaran de correr, lo que demuestra que el sistema vascular se adapta al ejercicio y que la adaptación persiste después del esfuerzo.

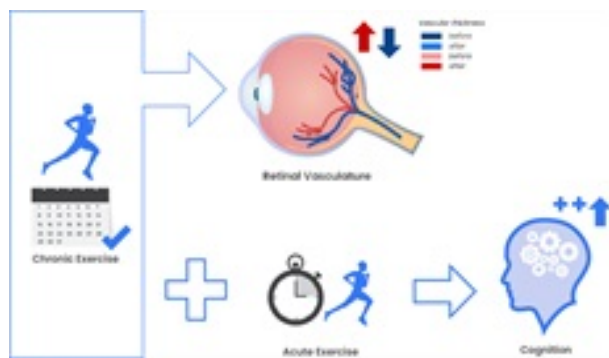


Fig. Efectos del ejercicio agudo y crónico sobre la vascularización y la cognición de la retina. El ejercicio crónico conduce a una mejor vascularización de la retina (central), como lo muestran las diferencias de AVR entre la cohorte de maratón y el grupo de control sedentario al inicio del estudio. El ejercicio crónico combinado con ejercicio agudo (p. ej., correr una maratón) promueve un mejor rendimiento cognitivo (Ej. Memoria de trabajo). (Roeh et al., 2021)

Cuanto más fuerte sea su sistema vascular, más eficientemente operarán sus vasos sanguíneos. Eso se manifiesta en una presión arterial más baja y menos rigidez aórtica, además de una mejor función de las venas y arterias de la retina, dijo Röh. La capacidad cognitiva también recibe un impulso de esta mejora (Entrenar para un maratón podría ayudar a prevenir un problema como la oclusión vascular de la retina, un bloqueo total o parcial de un vaso sanguíneo, y reduciría el riesgo de dificultades de visión a medida que envejece).

De hecho, el deterioro cognitivo a menudo se predice por la disminución del flujo sanguíneo cerebral, por lo que la capacidad de mantener un sistema vascular robusto puede ayudar a la salud del cerebro en general.

Tanto el entrenamiento como la propia maratón pueden servir. Esto se debe a que el ejercicio regular puede llevar a una adaptación vascular que prepara el sistema nervioso central, para lo que se llama “ejercicio agudo”, lo que significa que te esfuerzas con más intensidad como lo harías en un maratón.

Según el grupo de investigadores, el estudio muestra que una combinación de ejercicio regular y constante en combinación con episodios agudos de ejercicio extenuante es más eficaz.

4.6. Aspectos actitudinales y psicológicos. Calidad de vida

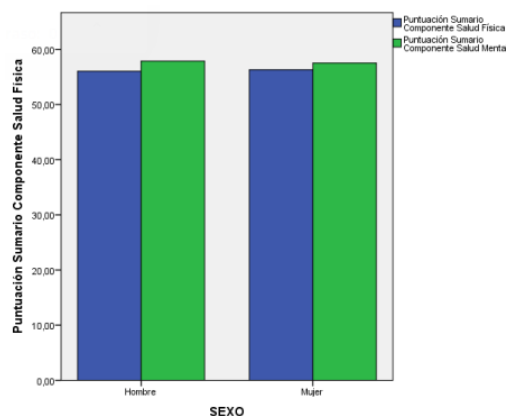
El concepto de salud se concibe como “un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”, (*Constitución de la Organización Mundial de la Salud (N.Y.), 22/07/1946, s. f.*).

En la actualidad la concepción de salud hace necesarios otros indicadores, 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 (*cuestionario de salud sf-12, s. f.*), de utilidad por su tamaño, sencillez y sus buenas propiedades psicométricas, con un amplio uso a nivel mundial que avala 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. Las puntuaciones nos permiten la comparación con la muestra general de españoles, según edad y sexo.



Distribución Sumatorio Físico y Mental, por sexos

Las conclusiones a las que llega el estudio *CRS (Proyecto CRS - Memoria Final, s. f.)* en este apartado son:

- 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 con la interferencia en el trabajo y otras actividades diarias, el dolor corporal y el componente sumatorio físico.
- Las características del género y del entorno influyen en los niveles de dependencia. El riesgo de dependencia es mayor en mujeres, jóvenes y alta actividad laboral. Cuanto mayor es la distancia recorrida semanalmente, mayor es la dependencia. En el caso de disponer de entrenador sería un factor protector. Por último, la calidad de vida de los corredores es superior a la de la población general (Collado-Boira et al., 2021).



5. Conclusiones

5.1. Conclusiones Generales

- 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.
- 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 (Martínez-Navarro et al., 2020).
- Los maratones y los medios maratones se asocian con un riesgo general bajo de paro cardíaco y muerte súbita. El paro cardíaco, más comúnmente atribuible a la miocardiopatía hipertrófica o a la enfermedad coronaria aterosclerótica, ocurre principalmente entre los participantes masculinos de maratón (Kim et al., 2012).
- Existe un proceso inflamatorio sistémico como consecuencia del esfuerzo que se manifiesta en un rápido incremento de los leucocitos y de la Interleuquina 6. Otro marcador de inflamación, la proteína C reactiva (PCR), se manifiesta más tardíamente, no estando elevada en meta, y alcanza su pico a las 24h.
- Se reduce claramente el Filtrado Glomerular (FG), siendo 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.**
- Es muy 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 24 h, aunque vuelve a empeorar a las 48 h** (Panizo González et al., 2019). 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 192 h todos los sujetos tiene valores similares** (Hernando et al., 2022)
- 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 24 h. Ambas enzimas **se normalizan a lo largo de la semana**, regularizándose a las 144 h, siendo más rápida su normalización en los sujetos que realizan descanso en la semana postmaratón.

- 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**.
- 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** (Martínez-Navarro et al., 2022).
- La forma en que el ejercicio prepara el sistema nervioso central podría ser positivo para la visión, así como para la cognición y el corazón. Durante un período de estudio de seis meses, se observaron específicamente la capacidad cognitiva y la solidez de la vasculatura retiniana, los vasos sanguíneos que respaldan la función ocular. Compararon estos parámetros entre los corredores y el grupo de control, y también notaron cómo cambiaban antes de correr un maratón, inmediatamente después y 12 semanas después. Encontraron que **“el ejercicio de resistencia como correr crea adaptaciones vasculares, y eso puede mejorar el rendimiento cognitivo y el sistema vascular en general”**.
- Entre los maratonianos del estudio CRS, 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.

- **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.

- 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.
- Uno de los datos a tener en cuenta que se destacó en una edición de “Maratones por la Salud” (Luna, 2020) fue que entre el 1 de enero de 2017 y el 31 de diciembre del citado año corrieron maratones en España más de 68.000 personas; **ninguna sufrió un accidente grave.**
- 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.**

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.

5.2. Conclusiones Particulares

- En el atletismo es el atleta quien se va a fijar su propio límite. Quien se ponga o quite barreras. Va a ser él quien se plantee sus propios objetivos. La mayor diferencia que existe con otros deportes es que se compite contra uno mismo.
- Deberían ser obligatorias las Revisiones previas.
- Sería conveniente la existencia de árbitros a “pie de asfalto” como en el boxeo, que obliguen a retirarse a aquellas personas en mal estado y sean atendidas por las asistencias.
- A la vista de los resultados son los corredores populares menos preparados, los más afectados por colapsos de distinta índole. Por ello se debería reducir

el tiempo máximo de la prueba, obligando con ello a quienes participen, a estar en un mejor nivel deportivo.

- Es la propia organización quién fomenta la participación de corredores populares sin una forma o preparación adecuada al permitir completar la carrera en 5 horas y media. Como dato, en el Maratón de Valencia “Trinidad Alfonso” del año 2022, de 21.628 participantes que finalizaron la prueba, 159 lo hicieron fuera de las 5h30’ marcadas por la organización. 2.333 rebasaron las 4h30’. El 11,56% superaron 4h30’ (Maratón 2022, s. f.)
- ¿Acaso hay un trasfondo económico debido a la gran masa de gente que mueve y al impacto económico para una ciudad (aprox. 4€ por 1€ invertido)? (E, 2020)
- Existen limitaciones en el estudio de datos, de quien llega después de 4 h 30’ de carrera. Las líneas futuras de investigación deberían ahondar en el estado físico de dichos atletas. De igual manera, su estudio psicológico, ya que a la vista de los diferentes resultados, acabar una maratón en mal estado e incluso poniendo la propia vida en juego, no debe ser un objetivo. Ni siquiera un reto.

“Como modelo de lenguaje, no tengo la capacidad de tomar decisiones o juzgar la conciencia de las personas. Sin embargo, puedo ayudar a resumir los hallazgos y conclusiones de los estudios mencionados en su trabajo final de grado.

Los estudios indican que correr un maratón puede tener efectos beneficiosos en la salud cardiovascular y mental, pero también puede causar daño muscular y renal. La distancia óptima para obtener los máximos efectos saludables no está clara.

Es importante tener en cuenta que los efectos positivos de la carrera de resistencia son a largo plazo, mientras que los efectos negativos pueden ser temporales y reversibles. Por lo tanto, es necesario que los corredores tomen medidas adecuadas para minimizar el riesgo de lesiones y maximizar los beneficios para la salud.

En última instancia, cada individuo debe considerar los riesgos y beneficios para su propia salud y tomar una decisión informada basada en su propia conciencia y preferencias personales.”

(Esta última conclusión ha sido obtenida mediante Inteligencia Artificial ChatGPT, a partir del resumen de este proyecto).

Correr es un **objetivo saludable**. Correr una maratón es un **reto deportivo**.

Pero... ¿Dónde está el límite? ¿Quizá en la conciencia de cada participante?

Aunque se quiera, se entrene, se cuide la alimentación, etc, no por ello llegaremos antes o más lejos.

“Las cosas son como son. No como nosotros queremos que sean; no como pensamos que son; no como nos gustaría que fuesen.”

¡LAS COSAS... SON COMO SON!

6. Referencias

- Constitución de la Organización Mundial de la Salud (N.Y.), 22/07/1946*
- Blood markers suggest heart damage in amateur marathoners. (2018, diciembre 3). *Reuters*.
<https://www.reuters.com/article/us-health-heart-marathons-idUKKBN1O222Z>
- Carrillo-Esper, R. (2013). *Copeptina. Un novedoso e interesante biomarcador pronóstico*.
- Collado-Boira, E., Temprado, M. D., Martínez-Navarro, I., Gandhi-Morar, K., Hernando, B., Bernalte-Martí, V., & Hernando, C. (2021). *Variables related to exercise dependence and quality of life in amateur long-distance runners*.
<https://doi.org/10.23736/S0025-7826.21.03771-6>
- Constitución de la Organización Mundial de la Salud (N.Y.), 22/07/1946. (s. f.)*
- Cuestionario de salud sf-12. (s. f.)*. studylib.es. Recuperado 25 de marzo de 2023, de
<https://studylib.es/doc/6580669/cuestionario-de-salud-sf-12>
- Cuevas, G. S. C., Gema Sánchez. (2013, marzo 27). *¿Conoces el estado de Flow o fluir? La Mente es Maravillosa*.
<https://lamenteesmaravillosa.com/conoces-el-estado-de-flow-o-fluir/>
- E, V. (2020, febrero 28). *El Maratón Valencia 2019 generó un gasto turístico de 23 millones de €*. Valencia Ciudad del Running.
<https://www.valenciaciudaddelrunning.com/impacto-economico-maraton-valencia-2019/>
- Ely, M. R., Martin, D. E., Cheuvront, S. N., & Montain, S. J. (2008). Effect of ambient temperature on marathon pacing is dependent on runner ability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(9), 1675-1680.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181788da9>
- Fitness, Lady. (2014, enero 8). *¿Cuál es la fórmula más precisa para calcular nuestra frecuencia cardíaca máxima o FCM? Vitónica*.
<https://www.vitonica.com/entrenamiento/cual-es-la-formula-mas-precisa-para-calculiar-nuestra-frecuencia-cardiaca-maxima-o-fcm>
- Frecuencia cardíaca de reserva e intensidades en el entrenamiento de resistencia. (s. f.)*. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). Recuperado 18 de marzo de 2023, de
<https://g-se.com/frecuencia-cardiaca-de-reserva-e-intensidades-en-el-entrenamiento-de-resistencia-bp-v57cfb26da71be>
- Ghio, F. E., Pieri, M., Agracheva, A., Melisurgo, G., Ponti, A., & Serini, C. (2012). Sudden cardiac arrest in a marathon runner. A case report. *HSR Proceedings in Intensive Care & Cardiovascular Anesthesia*, 4(2), 130-132.
- Haruki Murakami. (2010). *De qué hablo cuando hablo de correr*. Tusquets Editores.
- Hernando, C., Hernando, C., Martínez-Navarro, I., Collado-Boira, E., Panizo, N., & Hernando, B. (2020). Estimation of energy consumed by middle-aged recreational marathoners during a marathon using accelerometry-based devices. *Scientific Reports*, 10(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-58492-8>

- Hernando, C., Hernando, C., Panizo, N., Collado-Boira, E., Folch-Ayora, A., Martínez-Navarro, I., & Hernando, B. (2022). Renal Function Recovery Strategies Following Marathon in Amateur Runners. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2022.812237>
- J. Fabregat. (2013, enero 1). ¿El o La Maratón? *Mis aficiones - Ultra Trail du Mont-Blanc*. <http://conlamaletabajoelbrazo.blogspot.com/>
- Kim, J. H., Malhotra, R., Chiampas, G., d'Hemecourt, P., Troyanos, C., Cianca, J., Smith, R. N., Wang, T. J., Roberts, W. O., Thompson, P. D., & Baggish, A. L. (2012). Cardiac Arrest during Long-Distance Running Races. *New England Journal of Medicine*, 366(2), 130-140. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1106468>
- La Gerche, A., Burns, A. T., Mooney, D. J., Inder, W. J., Taylor, A. J., Bogaert, J., Maclsaac, A. I., Heidbüchel, H., & Prior, D. L. (2012). Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. *European Heart Journal*, 33(8), 998-1006. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr397>
- Las matemáticas y el running*. - *Santo Domingo Corre*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2023, de <https://santodomingocorre.com/articulos/entrenamiento/1878-las-matematicas-y-el-running>
- Lopez, J. A. (2021, diciembre 6). *¿Por qué correr un maratón? Estas son las razones*. NoCorrasVuela. <https://nocorrasvuela.com/por-que-correr-un-maraton-estas-son-las-razones/>
- Luna, P. L. (2020, febrero 6). *¿Qué son los «Maratones por la Salud»?* Runner's World. <https://www.runnersworld.com/es/noticias-running/a30749788/maratones-por-la-salud/>
- Mansour, S. G., Martin, T. G., Obeid, W., Pata, R. W., Myrick, K. M., Kukova, L., Jia, Y., Bjornstad, P., El-Khoury, J. M., & Parikh, C. R. (2019). The Role of Volume Regulation and Thermoregulation in AKI during Marathon Running. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 14(9), 1297-1305. <https://doi.org/10.2215/CJN.01400219>
- Marathons damage the hearts of less fit runners for up to three months, MRI data suggest*. (s. f.). ScienceDaily. Recuperado 17 de marzo de 2023, de <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/10/101025005836.htm>
- Martínez-Navarro, I., Montoya-Vieco, A., Collado, E., Hernando, B., Panizo, N., & Hernando, C. (2022). Muscle Cramping in the Marathon: Dehydration and Electrolyte Depletion vs. Muscle Damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(6), 1629-1635. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003713>
- Martínez-Navarro, I., Sánchez-Gómez, J., Sanmiguel, D., Collado, E., Hernando, B., Panizo, N., & Hernando, C. (2020). Immediate and 24-h post-marathon cardiac troponin T is associated with relative exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 120(8), 1723-1731. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04403-8>

- Morgan, W. P., & Pollock, M. L. (1977). Psychologic Characterization of the Elite Distance Runner. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301(1), 382-403. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb38215.x>
- Nussbaumer, M., Donath, L., Fischer, M., Schäfer, J., Faude, O., Zahner, L., Schmidt-Trucksäss, A., & Hanssen, H. (2014). Effects of acute bouts of endurance exercise on retinal vessel diameters are age and intensity dependent. *Age*, 36(3), 9650. <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9650-3>
- Panizo González, N., Reque Santivañez, J. E., Hernando Fuster, B., Collado Boira, E. J., Martínez-Navarro, I., Chiva Bartoll, Ó., & Hernando Domingo, C. (2019). Quick Recovery of Renal Alterations and Inflammatory Activation after a Marathon. *Kidney Diseases*, 5(4), 259-265. <https://doi.org/10.1159/000500510>
- Patil, H. R., O'Keefe, J. H., Lavie, C. J., Magalski, A., Vogel, R. A., & McCullough, P. A. (2012). Cardiovascular Damage Resulting from Chronic Excessive Endurance Exercise. *Missouri Medicine*, 109(4), 312-321.
- Proyecto CRS - Memoria Final*. (s. f.). FlippingBook. Recuperado 18 de marzo de 2023, de <https://www.valenciaciudaddelrunning.com/revistas/Proyecto-CRS-Memoria-Final/>
- Prueba de esfuerzo; para qué sirve y en qué consiste. (2019, octubre 1). *Muy Saludable*. <https://muysaludable.sanitas.es/salud/prueba-de-esfuerzo-para-que-sirve-y-en-que-consiste/>
- Rapoport, B. I. (2010). Metabolic Factors Limiting Performance in Marathon Runners. *PLOS Computational Biology*, 6(10), e1000960. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000960>
- Redacción. (2021, noviembre 30). *Maratón de Valencia 2021 | ¿Por qué son 42 kilómetros y 195 metros? La distancia del Maratón, el capricho de una reina*. Las Provincias. <https://www.lasprovincias.es/sociedad/a-la-carrera/distancia-maraton-valencia-20211122153146-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Reglamento_Competicion2022_WorldAthleticsESP.pdf*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2023, de https://www.rfea.es/jueces/publicaciones/Reglamento_Competicion2022_WorldAthleticsESP.pdf
- Roeh, A., Schoenfeld, J., Raab, R., Landes, V., Papazova, I., Haller, B., Strube, W., Halle, M., Falkai, P., Hasan, A., & Scherr, J. (2021). Effects of Marathon Running on Cognition and Retinal Vascularization: A Longitudinal Observational Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(10), 2207-2214. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002699>
- Ryu, J. H., Paik, I. Y., Woo, J. H., Shin, K. O., Cho, S. Y., & Roh, H. T. (2016). Impact of different running distances on muscle and lymphocyte DNA damage in amateur marathon runners. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(2), 450-455. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.450>
- 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. *British Journal of Sports Medicine*, 45(8), 650-656.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2010.078535>

Ser13gio, P. (s. f.). *Fidípides en «Historias» de Heródoto de Halicarnaso*.

Recuperado 21 de marzo de 2023, de

<http://www.runthehistory.com/2016/09/fidipides-en-historias-de-herodoto-de.html>

Tomás Vich Rodríguez, T. V. R. (2015). *A momentos malos, pensamientos positivos*.

7. Anexos

Prueba esfuerzo

Premede Sfors, S.L.
Email: premede@gmail.com
Unidad de Medicina del Deporte Quiron
@quirondeporte

INFORME CARDIOLÓGICO DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

Edad: 53 años
Género: masculino.
Raza: caucásico.

Estatura: 171 cm, Peso: 69 Kg.
Fecha de realización: 01/02/2016

Paciente de 53 años de edad, se había realizado estudio similar con anterioridad, deportista habitual. Practica running cinco días a la semana. Con antecedente de Asma en tratamiento y alérgico AINES.

La razón para la realización del test ha sido control de la salud y estudio funcional encaminado a valorar, y, en la medida de lo posible, mejorar su entrenamiento.

PROTOCOLO: El test se realiza en TAPIZ, esfuerzo progresivo y carga creciente, iniciando calentamiento a 0% de pendiente y a 4 km/h. de velocidad, aumentando a 1,5% de pendiente que permanecerá constante hasta el periodo de recuperación. Velocidad en aumento progresivo durante toda la prueba, hasta alcanzar los valores máximos deseados donde iniciará el periodo de recuperación.

El paciente se ha ejercitado según el protocolo anterior durante 13 min. 04 seg. alcanzando un nivel de trabajo máximo de 14,9 METs. La frecuencia cardiaca en reposo era de 66 lpm. alcanzando un máximo de 172 lpm. que representa el 103% de la máxima frecuencia cardiaca predicha. La T.A. (tensión arterial) en reposo era de 120/70

INTERPRETACIÓN: E.K.G. en reposo dentro de la normalidad, capacidad funcional normal, respuesta de la frecuencia cardiaca al esfuerzo apropiada. T.A. en reposo normal y la respuesta de ésta al ejercicio también normal, los cambios del ST no patológicos. No hubo dolor precordial, no isquemias, no arritmias, ninguna extrasístole.

CONCLUSIÓN: respuesta cardio-respiratoria al esfuerzo máximo dentro de la normalidad, recuperación adecuada.

Dr. Agustin Javier Marco
Médico de Medicina del Deporte
Unidad de Medicina del Deporte Quiron

Premede Sfors, S.L.
premede@gmail.com

INFORME ANTROPOMETRICO

NOMBRE: control 1

| | |
|-------------------|------------|
| Fecha control | 01/02/2016 |
| Fecha | 01/02/2016 |
| Fecha nacimiento | 19/03/1962 |
| Edad | 53 |
| Sexo: V=1, H=2 | 1 |
| Talla | 171 |
| PESO (Kgr) | 69 |
| Triceps | 9,2 |
| Subescapular | 16,7 |
| Suprailaco | 18,2 |
| Abdominal | 26 |
| Muño | 11,4 |
| Pierna | 7 |
| Bicipi estileoide | 5,6 |
| Bicipi humero | 6,8 |
| Bicipi femur | 10 |
| Perimetro brazo | 28,5 |
| perimetro pierna | 37,5 |

Superficie corp. 1,81 m-2
% Graso 16,5 %
Peso Oseo 11,5 Kgr
171 Peso Residual 10,6 Kgr
69 Peso Graso 11,4 Kgr
9,2 Peso Muscular 29,5 Kgr
16,7 Peso Total 69,0 Kgr
18,2 Peso Magro 57,6 Kgr
26 Peso Deseable 64,0 Kgr
11,4 Diferencia peso -5,0 Kgr
7 % Muscular 42,7 %

Premede Sfors, S.L.
Email: premede@gmail.com
Unidad de Medicina del Deporte Quiron
@quirondeporte

INFORME FUNCIONAL DE LA PRUEBA

PROTOCOLO: el test se realiza en CINTA, iniciando calentamiento a 4 km/h. de velocidad para luego ir aumentando la misma de forma progresiva, posteriormente iniciara el periodo de recuperación. La pendiente se mantiene en todo momento a 1,5 %.

VALORES MÁXIMOS DURANTE LA PRUEBA:
Frecuencia cardiaca máxima alcanzada: 172 lpm.
Consumo máximo de oxígeno: 44,0 ml./Kg./min.

UMBRAL AERÓBICO: alcanzado para:
- Frecuencia cardiaca: 135 lpm.
- Velocidad: 8,5 km/h.

UMBRAL ANAERÓBICO: alcanzado para:
- Frecuencia cardiaca: 164 lpm.
- Velocidad: 13,5 km/h

INCIDENCIAS DURANTE LA PRUEBA: sin incidencia alguna.

MOTIVO DE LA FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA: Sobrepasado el máximo teórico, se finaliza por fatiga central y periférica.

COMENTARIOS:

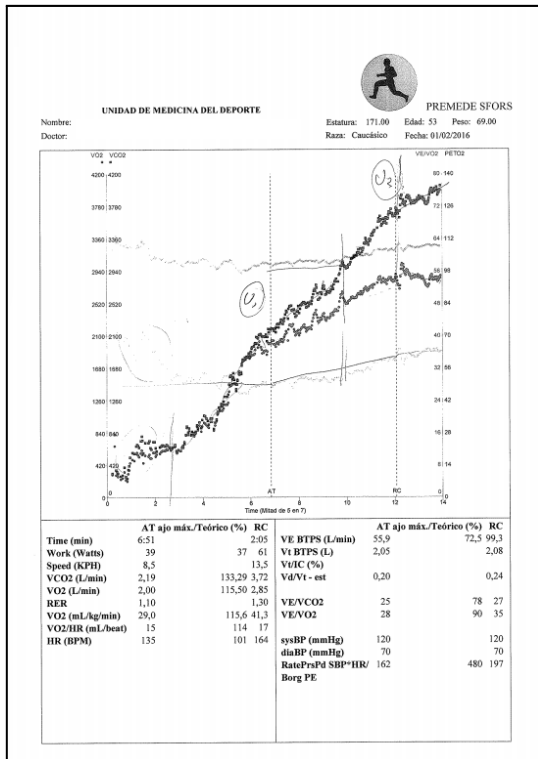
| Tipo | FRECUENCIA CARDIACA | OBJETIVOS |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Regenerativo | 110 - 119 | Recuperación y como calentamiento. |
| Aeróbico Ligero | 120 - 135 | Sirve como calentamiento o para iniciar la condición física de base. |
| Aeróbico Intensivo | 136 - 150 | Mejora de la capacidad para desarrollar esfuerzos durante más tiempo. |
| Transición | 151 - 164 | Aumento de la intensidad del entrenamiento, y aumento de la resistencia. |
| Anaeróbico Ligero | 165 - 168 | Incremento de la resistencia trabajando cerca de los límites. (trabajo fraccionado) |
| Anaeróbico Intensivo | 169 - 172 | Mejora la tolerancia al lactato. (trabajo en series) |

Premede Sfors, S.L.
premede@gmail.com

UNIDAD DE MEDICINA DEL DEPORTE Estatura: 171.00 Edad: 53 Peso: 69.00
Doctor: Raza: caucásico Fecha: 01/02/2016

| | Reposo | AT | VO2 máx | Teórico | Valor máx. / Teórico (%) | RC |
|------------------------|--------|------|---------|---------|--------------------------|-------|
| Time (min) | 0:47 | 6:51 | 12:19 | 14:00 | | 12:05 |
| Ex Time (min) | | 6:01 | 11:29 | 13:05 | | 11:15 |
| --- WORK --- | | | | | | |
| Speed (KPH) | | 8,5 | 13,5 | 15,0 | | 13,5 |
| Grade (%) | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 1,5 |
| --- VENTILATION --- | | | | | | |
| VI BTFS (L) | | 0,64 | 2,05 | 2,18 | | 2,56 |
| RR (br/min) | | 15 | 27 | 47 | | 50 |
| VE BTFS (L/min) | | 9,3 | 55,9 | 101,9 | | 139,0 |
| --- O2 CONSUMPTION --- | | | | | | |
| VO2 (mL/kg/min) | | 3,4 | 29,0 | 44,0 | | 34,4 |
| VO2 (mL/min) | | 235 | 2001 | 3036 | | 2375 |
| VCO2 (mL/min) | | 274 | 2192 | 3929 | | 2874 |
| RER | | 1,17 | 1,10 | 1,29 | | 1,43 |
| METS | | 1,0 | 8,3 | 12,6 | | 9,8 |
| --- CARDIAC --- | | | | | | |
| HR (BPM) | | 73 | 135 | 165 | | 167 |
| VO2/HR (mL/beat) | | 3 | 15 | 18 | | 14 |
| RQ | | 1,17 | 1,10 | 1,29 | | 1,43 |
| --- V/Q --- | | | | | | |
| VE/VO2 | | 40 | 28 | 34 | | 41 |
| VE/VCO2 | | 34 | 25 | 26 | | 34 |
| PETO2 (mmHg) | | 110 | 101 | 107 | | 114 |
| PETCO2 (mmHg) | | 40 | 48 | 50 | | 51 |
| sysBP (mmHg) | | 120 | 120 | 120 | | 120 |
| diaBP (mmHg) | | 70 | 70 | 70 | | 70 |
| RatePraPd SBP*HR/100 | | 162 | 198 | 317 | | 206 |
| Borg PE | | | | | | 64 |
| | | | | | | 197 |

Maratón ¿Es saludable? ¿Y si sí?



UNIDAD DE MEDICINA DEL DEPORTE **PREMEDE SFORS**

Nombre: _____ Estatura: 171.00 Edad: 53 Peso: 69.00
 Doctor: _____ Raza: Caucásico Fecha: 01/02/2016

| Time (min) | Speed (KPH) | Grade (%) | VO2 (mL/kg/min) | VO2 (mL/min) | VO2 (L/min) | RER | RR (br/min) | Vt (L/min) | VE (L/min) | HeartRate (BPM) |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------|--------------|-------------|------|-------------|------------|------------|-----------------|
| 0:30 | 0,0 | 0,0 | 5,6 | 383 | 458 | 1,20 | 17 | 922 | 15,6 | 72 |
| Iniciar ej | | | | | | | | | | |
| 1:00 | 4,0 | 0,0 | 5,7 | 390 | 449 | 1,15 | 16 | 900 | 14,5 | 70 |
| 1:30 | 4,0 | 0,0 | 8,1 | 562 | 727 | 1,29 | 18 | 1265 | 22,3 | 82 |
| 2:00 | 4,0 | 0,0 | 8,9 | 614 | 738 | 1,20 | 16 | 1360 | 21,8 | 86 |
| 2:30 | 4,0 | 1,5 | 9,1 | 627 | 674 | 1,07 | 16 | 1228 | 19,6 | 90 |
| 3:00 | 4,5 | 1,5 | 9,6 | 662 | 657 | 0,99 | 18 | 1060 | 19,3 | 92 |
| 3:30 | 5,0 | 1,5 | 11,4 | 783 | 794 | 1,01 | 17 | 1289 | 22,5 | 94 |
| 4:00 | 5,5 | 1,5 | 12,8 | 883 | 925 | 1,05 | 19 | 1377 | 25,8 | 99 |
| 4:30 | 6,0 | 1,5 | 13,6 | 939 | 972 | 1,04 | 17 | 1594 | 26,8 | 105 |
| 5:00 | 6,4 | 1,5 | 17,5 | 1207 | 1291 | 1,07 | 24 | 1484 | 35,9 | 113 |
| 5:30 | 6,9 | 1,5 | 21,3 | 1471 | 1482 | 1,01 | 26 | 1505 | 39,2 | 120 |
| 6:00 | 7,6 | 1,5 | 25,7 | 1771 | 1803 | 1,02 | 26 | 1810 | 46,2 | 127 |
| 6:30 | 8,0 | 1,5 | 26,6 | 1834 | 1965 | 1,07 | 27 | 1919 | 50,9 | 132 |
| AT | | | | | | | | | | |
| 7:00 | 8,5 | 1,5 | 28,2 | 1943 | 2105 | 1,08 | 29 | 1861 | 53,4 | 136 |
| 7:30 | 9,0 | 1,5 | 29,7 | 2048 | 2286 | 1,12 | 30 | 1954 | 58,6 | 139 |
| 8:00 | 9,5 | 1,5 | 30,5 | 2104 | 2346 | 1,12 | 31 | 1945 | 59,8 | 142 |
| 8:30 | 10,0 | 1,5 | 31,8 | 2192 | 2512 | 1,15 | 32 | 1992 | 64,5 | 145 |
| 9:00 | 10,5 | 1,5 | 32,9 | 2272 | 2562 | 1,13 | 33 | 1960 | 65,2 | 148 |
| 9:30 | 10,9 | 1,5 | 34,3 | 2369 | 2730 | 1,15 | 33 | 2079 | 69,2 | 151 |
| 10:00 | 11,4 | 1,5 | 36,0 | 2482 | 2874 | 1,16 | 34 | 2138 | 73,2 | 154 |
| 10:30 | 12,1 | 1,5 | 37,5 | 2589 | 3113 | 1,20 | 37 | 2124 | 79,6 | 156 |
| 11:00 | 12,6 | 1,5 | 39,0 | 2691 | 3301 | 1,23 | 40 | 2138 | 83,3 | 159 |
| 11:30 | 13,0 | 1,5 | 40,8 | 2813 | 3559 | 1,27 | 46 | 2078 | 95,0 | 161 |
| 12:00 | 13,5 | 1,5 | 40,9 | 2825 | 3663 | 1,30 | 45 | 2165 | 96,4 | 163 |
| RC | | | | | | | | | | |
| 12:30 | 14,0 | 1,5 | 40,8 | 2817 | 3676 | 1,30 | 45 | 2101 | 95,5 | 165 |
| VO2 máx | | | | | | | | | | |
| 13:00 | 14,5 | 1,5 | 41,5 | 2867 | 3850 | 1,34 | 48 | 2116 | 100,7 | 167 |
| 13:30 | 15,0 | 1,5 | 40,7 | 2810 | 3879 | 1,38 | 48 | 2133 | 101,8 | 170 |
| 14:00 | 4,0 | 0,0 | 41,4 | 2855 | 4018 | 1,41 | 47 | 2191 | 103,6 | 172 |

