

Universitat de Lleida

Facultad de Medicina

Grado en Nutrición Humana y Dietética

***RELACIÓN DE LA INGESTA DIETÉTICA DE LÍPIDOS 4
HORAS PREVIA AL EVENTO DEPORTIVO CON EL
RENDIMIENTO DEPORTIVO.***

***ESTUDIO DESCRIPTIVO EN HOMBRES DEPORTISTAS DE
MEDIO FONDO***

Laura Pujol Bernaus

Curso 2018 - 2019

Lleida, 28 de Junio de 2019

***RELACIÓN DE LA INGESTA DIETÉTICA DE LÍPIDOS 4
HORAS PREVIA AL EVENTO DEPORTIVO CON EL
RENDIMIENTO DEPORTIVO.***

***ESTUDIO DESCRIPTIVO EN HOMBRES DEPORTISTAS DE
MEDIO FONDO***

Trabajo Final de Grado presentado por:
Laura Pujol Bernaus

Trabajo tutorizado por:
José Carlos Enrique Serrano Casasola y Cristian Didier Hernández

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mis dos tutores José C. Serrano y Cristian Didier Hernández por ayudarme en la realización del trabajo, su paciencia, su dedicación y aportándome sus conocimientos. Gracias a que pude realizar las prácticas curriculares con Cristian Didier y ayudarlo en su tesis doctoral, me dio la oportunidad de realizar mi Trabajo de Fin de Grado y poder adaptarlo a mis objetivos.

En segundo lugar, quiero dar las gracias a mi familia por facilitarme la opción de poder cursar el Grado de Nutrición Humana y Dietética, ayudarme, apoyarme siempre que lo he necesitado y animarme en los momentos difíciles.

También, quiero agradecer a todos los profesores del Grado de Nutrición Humana y Dietética por formarme como una futura profesional.

A mis amigos y compañeros del grado por los momentos que hemos vivido juntos y la gran familia que hemos formado.

Para finalizar, a los amigos de la infancia por la comprensión y ánimos en los momentos difíciles.

ÍNDICE

1.	RESUMEN	6
2.	INTRODUCCIÓN.....	9
3.	JUSTIFICACIÓN.....	11
4.	OBJETIVOS.....	12
4.1.	Objetivo principal	12
4.2.	Objetivos específicos	12
5.	METODOLOGÍA.....	13
5.1.	TIPO DE ESTUDIO, TAMAÑO MUESTRAL Y PRUEBAS.....	13
5.1.a.	Tipo de estudio	13
5.1.b.	Tamaño de la muestra.....	13
5.1.c.	Pruebas a realizar.....	13
5.2.	PARTICIPANTES	13
5.2.a.	Criterios de inclusión.....	13
5.2.b.	Criterios de exclusión	14
5.2.c.	Reclutamiento.....	14
5.2.d.	Aspectos éticos	15
5.3.	MÉTODOS	16
5.3.a.	PRUEBA 1. Carrera popular	16
5.3.b.	PRUEBA 2. Prueba de capacidad aeróbica máxima	16
5.3.c.	Análisis de los parámetros obtenidos.....	17
5.4.	ANÁLISIS DE LOS DATOS	20
6.	RESULTADOS	21
6.1.	DESCRIPCIÓN GLOBAL DE LA POBLACIÓN OBSERVADA EN LA CARRERA POPULAR.....	21
6.1.a.	Descripción de los participantes diferenciados según ingesta lipídica	21
6.1.b.	Descripción de los grupos de alimentos ingeridos en cada grupo	23
6.2.	RELACIÓN ENTRE INGESTA DE LÍPIDOS CON EL RENDIMIENTO Y LA FATIGA EN LA CARRERA POPULAR	24

6.3. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA CANTIDAD DE LÍPIDOS PLASMÁTICOS EN LA CARRERA POPULAR.....	26
6.3.a. Triglicéridos y lípidos totales en la carrera popular.....	26
6.4. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN OBSERVADA EN LA PRUEBA DE CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA.....	28
6.4.a. Descripción de los participantes diferenciados según ingesta lipídica	28
6.4.b. Descripción de los grupos de alimentos ingeridos en cada grupo	29
6.5. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA VO ₂ MÁX Y LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁX EN LA PRUEBA DE ESFUERZO	30
6.6. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA CANTIDAD DE LÍPIDOS PLASMÁTICOS	31
6.6.a. Triglicéridos y Lípidos totales en la prueba de esfuerzo máxima	31
6.7. CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS PARÁMETROS.....	32
7. DISCUSIÓN.....	35
8. CONCLUSIONES.....	38
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1. RESUMEN

La alimentación en el deportista juega un papel muy importante para obtener un buen rendimiento deportivo. En la actualidad, existen recomendaciones dietéticas en cuanto a los carbohidratos y las proteínas, pero no existen recomendaciones específicas para la ingesta de lípidos, siendo estos una gran fuente de reserva energética y muy utilizados en el deporte aeróbico.

El objetivo del trabajo es determinar si la ingesta de lípidos previa a una carrera tiene efectos en el rendimiento deportivo.

Como resultado, los atletas que consumen menos del 30 % de la energía en forma de lípidos antes del evento presentan menores valores de lactato sanguíneo respecto a quienes consumen más del 30 % de la ingesta. En cuanto a los lípidos plasmáticos se observó que aumentaron después de realizar las pruebas deportivas, aunque esta variable no está relacionada con el rendimiento deportivo.

Adicionalmente se observó que los deportistas no seguían las recomendaciones dietéticas pre evento. En conclusión, en cuanto a la grasa dietética, una ingesta superior al 30% no sería adecuada.

Palabras clave: Rendimiento deportivo, ingesta, grasa y lípidos plasmáticos.

RESUM

L'alimentació en l'esportista juga un paper molt important per obtenir un bon rendiment esportiu. En l'actualitat, existeixen recomanacions dietètiques per als carbohidrats i les proteïnes, però no existeixen recomanacions específiques per la ingesta de lípids, que són una gran font de reserva energètica i molt utilitzats en l'esport aeròbic.

L'objectiu del treball és determinar si la ingesta de lípids prèvia a una cursa té efectes en el rendiment esportiu.

Com a resultat, els atletes que consumeixen menys del 30 % de la energia en forma de lípids abans de la prova presenten menors valors de lactat sanguini respecte als que consumeixen més del 30 % de la ingesta. Pel que fa als lípids plasmàtics es va observar que augmentaven després de realitzar les proves esportives, tot i que, aquesta variable no està relacionada amb el rendiment esportiu.

Addicionalment, es va observar que els esportistes no segueixen les recomanacions dietètiques prèvies a l'esdeveniment. En conclusió, pel que fa als lípids dietètics, una ingesta superior al 30% no seria adequada.

Paraules claus: Rendiment esportiu, ingesta, lípids i lípids plasmàtics.

ABSTRACT

Nutrition in athletes plays a very important role in order to obtain a good performance. At present, there are dietary recommendations regarding carbohydrates and proteins, but there are no specific recommendations for lipid intake, these being a great source of energy reserves and widely used in aerobic sports.

The aim of this project is to determine if lipid intake prior to a race has effects on sports performance.

As a result, the athletes who consume less than 30 % of the energy in form of lipids pre-event have lower blood lactate values than those who consume more than 30 % of intake. In respect of plasma lipids, it was observed that they increased after performing sports test, although this variable is not related to sports performance.

In addition, it was observed that athletes did not follow the dietary recommendations prior to the event. In conclusion with regard to dietary lipids, an intake greater than 30 % would not be adequate.

Keywords: *Sports performance, intake, lipid, plasmatic lipids.*

2. INTRODUCCIÓN

La alimentación para el deportista es un factor importante a controlar, además de un entrenamiento adecuado y una buena genética.

En las guías alimentarias de nutrición deportiva de los años 90 se recomendaba una ingesta alta de hidratos de carbono basándose en promover la recuperación de glucógeno muscular que se perdía durante el ejercicio físico. Las recomendaciones estaban divididas en dos grupos según el tipo de deporte realizado; siendo o bien, de resistencia o general. (1) (2) En el caso de las recomendaciones para atletas de resistencia, la Asociación Americana de Dietética recomendaba una ingesta de hidratos de carbono de entre el 65 – 70 % de la ingesta total. (1) Estas recomendaciones no funcionaron a lo largo del tiempo ya que los deportistas no las seguían debido a que eran poco viables. (3)

Así pues, las recomendaciones más actuales han intentado solucionar los problemas que tenían las guías nutricionales anteriores. Se ha disminuido el consumo de hidratos de carbono, ya que no hay mucha evidencia de que a largo plazo haya un aumento del rendimiento deportivo siguiendo una dieta con alta cantidad de carbohidratos. (4) Y se recomienda el consumo de hidratos de carbono de forma más clara, relacionando la cantidad necesaria para cada individuo según el peso corporal, de la intensidad a la que se realiza el ejercicio y la estrategia de recuperación de las reservas de glucógeno que se siguen. (5)

Aún así, las reservas de glucógeno son importantes para prolongar la aparición de la fatiga, la cual produce una reducción del rendimiento deportivo y un aumento de la percepción del esfuerzo. (5) (6) La oxidación de los hidratos de carbono va aumentando conforme aumenta la intensidad del ejercicio, mientras que el ratio de la oxidación de lípidos inicialmente irá aumentando pero decrecerá cuando se esté realizando un ejercicio a altas intensidades. “*Fatmax*” es el punto donde la oxidación de lípidos es máxima antes de que empiece a decrecer. *Fatmax* podría coincidir con el comienzo de la acumulación de lactato en sangre. (7)

Para poder digerir y asimilar el glucógeno en el músculo y el hígado, las comidas deben de ser consumidas entre 4 y 6 horas antes del evento. (8) Aunque, los hidratos de carbono ingeridos durante 1 y 4 horas antes del ejercicio continuarán aumentando las reservas. (9)

Para la hidratación antes del ejercicio se recomienda un consumo de entre 400 – 600 ml de agua entre 1 y 2 horas antes, para evitar la deshidratación. Durante el ejercicio se requiere consumir

cada 20 minutos entre 150 – 200 ml de agua o, bien, consumir cada hora entre 6 y 8 ml / kg de bebida de reposición. (10)

En el caso de las proteínas, las guías de recomendaciones actuales establecen un consumo de entre 1,2 – 1,4 a 2,0 g / kg / día. Pudiendo ser mayores en periodos cortos durante entrenamiento intensificado. (5) (11)

Para finalizar con los macronutrientes, la grasa dietética, no se acostumbra a nombrarla y, en el caso que sí se haga, son pocos los datos que se facilitan: El consumo de ácidos grasos saturados debe ser menor del < 10 %, que la ingesta sea similar a la de la población general (5), es decir, que sea entre 30 – 35 % de la ingesta total diaria (12), pero sin especificar para que tipología de deporte, ni la duración, ni período del entrenamiento. O bien, de forma más simple, que se ingiera poca cantidad.(13)

Y aún sabiendo que los lípidos, específicamente, los triglicéridos y los ácidos grasos libres representan un gran sustrato energético para el músculo en entrenamiento de resistencia (5) independientemente del peso corporal del individuo (4) siguen sin ser específicas.

Se ha querido demostrar, con distintos estudios sin éxito, que la ingesta puntual de dietas altas en lípidos, horas o días antes de un evento, mejora el rendimiento deportivo. Se sigue investigando si a través de ingestas crónicas de lípidos se puede usar mejor la grasa como sustrato durante el ejercicio. (4) En algún estudio, con bajo número de muestra, se ha demostrado que si los deportistas durante una semana consumen una dieta alta en grasas, al realizar una prueba deportiva sub máxima, presentan una adaptación al estado de cetosis observada de forma parecida cuando se consume dietas altas en carbohidratos. (4) Reduciendo la cantidad de lípidos en una dieta hace que se produzca más fácilmente un déficit calórico, pero si se reducen los carbohidratos se reducirá la concentración de insulina y esto facilita la lipólisis, con el consiguiente uso de los lípidos, pudiendo producir una adaptación lipídica.

Así pues, sería necesario establecer una adecuada recomendación de la ingesta de grasa dietética para deportistas ya que es una excelente fuente de energía.

3. JUSTIFICACIÓN

Como se ha podido observar en la introducción, existe gran variedad de recomendaciones para deportistas, concretamente relacionados con los hidratos de carbono, pero no existe evidencia del aporte necesario de grasa antes de un evento que permite obtener una mejora en el rendimiento deportivo.

Los lípidos son una gran fuente de reservas energéticas, útiles, sobretodo, para los deportistas de resistencia. Así pues, deberían de existir recomendaciones específicas de la ingesta adecuada de lípidos para los deportistas, sin generalizar con toda la población, ya que las necesidades energéticas son muy distintas.

Por este motivo, se ha realizado este trabajo, con el objetivo de determinar unas recomendaciones más específicas de lípidos para los deportistas de resistencia.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo principal

1. Establecer una comparativa de la ingesta dietética enfocado en los lípidos pre-evento deportivo de hombres corredores de medio fondo con el rendimiento deportivo.

4.2. Objetivos específicos

1. Valorar si la ingesta dietética de los principales macronutrientes es adecuada según las recomendaciones.
2. Determinar si el efecto de la ingesta dietética de lípidos afecta al rendimiento deportivo.
3. Relacionar los niveles de Lípidos plasmáticos con el rendimiento deportivo.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE ESTUDIO, TAMAÑO MUESTRAL Y PRUEBAS

5.1.a. Tipo de estudio

Se ha realizado un estudio observacional, transversal y descriptivo para evaluar la relación entre la ingesta dietética de corredores de medio fondo y su rendimiento deportivo.

5.1.b. Tamaño de la muestra

Se calculó como variable de respuesta el tiempo de carrera.

Según la Calculadora de Grandària Mostral GRANMO de l'Institut Municipal d'Investigació Mèdica, el tamaño de la muestra debe de ser de 40 sujetos, aceptando un riesgo alfa de 0.05 y una potencia estadística de 0.95 en un contraste bilateral. Se asume que la desviación estándar es de 0.5 minutos de tiempo de carrera. Y se ha estimado una tasa de pérdida de seguimiento del 8%. Para este estudio se ha podido obtener la participación de 50 personas.

5.1.c. Pruebas a realizar

El estudio consiste en dos tipos de pruebas físicas distintas. La primera es una carrera popular de la ciudad de Lleida, “XXXVII Pujada a la Seu Vella” realizada el 17 de diciembre de 2017. La segunda es una prueba de esfuerzo máxima realizada en el centro médico *Kroton* durante el último trimestre del año 2018.

5.2. PARTICIPANTES

5.2.a. Criterios de inclusión

Los participantes elegidos para el estudio cumplen los siguientes requisitos:

- Hombres deportistas de tipo aeróbico.
- Realicen un entrenamiento supervisado por un equipo especializado en corredores en etapa previa a la competición.
- La realización de los entrenamientos aeróbicos sea mínimo de 3 días / semana.
- Con edades de entre 18 y 55 años.

5.2.b. Criterios de exclusión

Se rechazarán los posibles participantes si:

- Han ingerido suplementación ergogènica en los 3 meses previos al estudio.
- Declaren padecer alguna de las siguientes patologías:
 - Hipotensión e hipertensión arterial
 - Cardiopatías
 - Diabetes Mellitus
 - Depresión o problemas psiquiátricos
 - Medicación que altere el metabolismo lipídico

5.2.c. Reclutamiento

Este estudio, consiste en un recopilatorio de los participantes de un estudio previo, “*Evaluación de la eficacia del Panax Ginseng en el aumento del rendimiento deportivo del tipo aeróbico y el estrés oxidativo en hombres, ensayo clínico aleatorizado.*”

En la carrera popular de la ciudad de Lleida se realizó el reclutamiento de los participantes contactando con los coordinadores del evento, por medio de la base de datos de participantes de los años anteriores y por difusión en las redes sociales.

En la prueba máxima, se reclutaron deportistas de tipo aeróbico; corredores de media maratón de la ciudad de Lleida que entrenaran durante 3 días o más a la semana y que estuviesen en etapa previa a la competición.

El reclutamiento se llevó a cabo por medio de un centro deportivo ubicado en la ciudad, Gimnasio *Ekke*. El cuál ayudó a establecer un primer contacto a través de correos electrónicos, facilitando información del estudio, sus objetivos, su propósito y la forma de comunicarse con los investigadores si se estuviese interesado.

Cuando se obtuvieron los posibles participantes, el equipo investigador realizó una reunión dónde se les explicó y entregó una hoja con información relacionada con la participación, el consentimiento informado y la cumplimentación de todos los aspectos éticos y legales del estudio. Además de completar en una hoja de recogida los datos personales y datos primarios de los candidatos. A partir de la recogida de datos se pudieron clasificar los posibles participantes según si cumplían o no los criterios de inclusión del estudio.

5.2.d. Aspectos éticos

Para la realización de este estudio se han seguido medidas para la protección de los datos de los participantes, de forma que a cada uno se le asignaba un código aleatorio así pues se mantenía el anonimato de cada individuo. También, se firmó un consentimiento informado donde se explicaba la confidencialidad de los datos de los resultados obtenidos. El presente estudio observacional, se realizó siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y las directrices de la Buena Práctica Clínica y fue revisado y aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Arnau de Vilanova con el número de aprobación CEIC 1742.

5.3. MÉTODOS

5.3.a. PRUEBA 1. Carrera popular

Los participantes realizaron la carrera *XXXVII Pujada a la Seu Vella* con un recorrido de 10km aproximadamente, la mañana del 17 de diciembre de 2017 en la ciudad de Lleida.

El día previo a la carrera, se realizó a todos los participantes del estudio la primera extracción de sangre en el edificio del *Institut de Recerca Biomèdica (IRB)*, anexo del Hospital Universitario Arnau de Vilanova y se les registró el peso.

El día de la carrera, antes de empezarla se les facilitó una hoja que debían apuntar con los alimentos ingeridos durante las horas previas. Y al terminar la carrera, se realizó la segunda extracción sanguínea, en una zona habilitada cerca de la línea de meta. Así mismo, también se les facilitó la hoja anteriormente citada, que debían completar con la sensación de fatiga percibida durante la carrera con la escala de Borg y el tiempo realizado en el evento.

La extracción de sangre la realizó una enfermera junto con un técnico de laboratorio. Se realizó una punción en el dedo y se obtuvieron 2 tubos de 300 μ l de sangre los cuales se identificaron para cada participante y se centrifugaron a 2000 rpm durante 10 minutos para obtener el plasma. Y se preparó una alícuota de 50 μ l que se conservó a -80°C hasta su análisis, el cual consistió en determinar la cantidad de lípidos totales y triglicéridos.

5.3.b. PRUEBA 2. Prueba de capacidad aeróbica máxima

Esta segunda actividad consistió en la realización de una prueba de esfuerzo de capacidad aeróbica máxima. Se realizó por la mañana en el Centro Médico *Kroton* de Lleida.

Una prueba máxima de tipo incremental es utilizada para determinar la VO_2 máxima de un sujeto. Así pues, al realizar esta prueba se puede identificar los umbrales aeróbico y anaeróbico y la capacidad aeróbica máxima del participante. Los participantes, antes de iniciar la prueba, se pesaron y se ayudó a registrar la ingesta de alimentos de las últimas horas previas a la realización de la prueba.

La prueba se efectuó en un tapiz rodante de 3% de pendiente con valoración de gases y electrocardiograma, donde el participante estuvo 1 minuto en reposo. Posteriormente realizó un

calentamiento previo y se inició la prueba a una velocidad de 6 km / h y se incrementó 1km / h cada minuto hasta que el sujeto estuvo en estado de agotamiento. La duración aproximada de la prueba fue de 15 a 20 minutos.

Adicionalmente, se realizaron extracciones de sangre al iniciar y al finalizar la prueba. También, se realizó una punción en el dedo para determinar de forma directa los valores de lactato sanguíneo.

5.3.c. Análisis de los parámetros obtenidos

56.3.c.1. Parámetros generales

a) Ingesta dietética

Antes de empezar cada una de las pruebas los participantes eran entrevistados para rellenar un recordatorio de lo que habían ingerido las horas previas a los distintos eventos. Los entrevistadores preguntaban de forma detallada por los gramajes o raciones de lo que se había ingerido, para que no hubiese ningún tipo de sesgo.

b) Bioquímica

En las dos pruebas se realizaron extracciones de sangre pre y post eventos para poder medir diferentes parámetros plasmáticos, como los lípidos totales y los triglicéridos. Los análisis de lípidos totales y triglicéridos se realizaron en el Institut de Recerca Biomèdica de Lleida, IRB.

- **Lípidos totales:**

Los lípidos insaturados reaccionan con el ácido sulfúrico formando iones de carbono en estado caliente. Y cuando están en presencia de fosfovainillina viran a color rosado, la intensidad del color es proporcional a la concentración de lípidos totales presentes en el plasma sanguíneo.

Por lo que el procedimiento para su determinación fue pipetear en distintos Eppendorf 250 µl de ácido sulfúrico más 10 µl de la muestra plasmática. Mezclarlos durante 10 segundos aproximadamente e incubarlos 10 minutos a 100 °C. Se colocó 5 µl de cada una de las muestras de plasma hidrolizado y 100 µl de fosfovainillina para cada una en una placa de 96 pocillos.

Se mezcla la placa con un agitador orbital durante 5 minutos, y se incuban 15 minutos a 37°C. Para terminar se leyó por absorciometría a 530 nm de longitud de onda. Las unidades con las que se obtenían los resultados era mg / dL.

- **Triglicéridos:**

Para la determinación de triglicéridos se reconstruyó el contenido de un vial donde había lipoproteinlipasa, glicerolfosfato deshidrogenasa (GPO) y peroxidasa con 10 ml de solución tampón de pH 7.5.

Se realizó un blanco en el espectrofotómetro con agua. Y se pipetearon 250 ml de la solución reconstituida y 2.5 ml de la muestra de Triglicéridos en una placa de 96 pocillos. Se incubaron durante 10 minutos a temperatura ambiente, para que hubiese tiempo a que la peroxidasa reaccionará y diera una coloración roja, a mayor coloración más contenido de triglicéridos. Finalmente, se leyó la absorbancia a 492 nm de longitud de onda. Las unidades con las que se obtenían los resultados era mg / dL.

5.3.c.2. Parámetros específicos para la carrera popular

a) Tiempo realizado y Lactato

En la carrera popular, uno de los parámetros para determinar el rendimiento es el tiempo realizado. La determinación del lactato en sangre se utilizó para la determinación de la fatiga de forma más objetiva. Para determinarlo no se utilizó ningún procedimiento químico, si no que se realizó un análisis inmediato en el mismo lugar donde se extraía la sangre para analizarlo, ya fuese en la carrera o en el centro médico. Así pues, era un examen inmediato, que se realizaba por medio de un dispositivo portable *Accutrend Plus*, de *Roche*, fabricado en Mannheim, Alemania. Las unidades con las que se obtenían los resultados era mg / dL.

b) Escala de Borg

Al finalizar la carrera popular se determinó la sensación de fatiga mediante un test subjetivo a través de la Escala moderna de Borg. (Figura 1). La cuál divide en 10 puntuaciones la sensación de esfuerzo que se ha tenido al finalizar la carrera.

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	Muy muy duro
10	Esfuerzo máximo

Figura 1. Escala de esfuerzo de Borg para determinar la sensación de fatiga al terminar la prueba.

5.3.c.3. Parámetros específicos para la prueba de esfuerzo aeróbico máximo

c) VO_2 Máx

La VO_2 máxima es la ventilación máxima de oxígeno durante la prueba de esfuerzo. Sirve para identificar la capacidad aeróbica de una persona.

d) Frecuencia cardíaca

Este valor se recogió en la prueba de esfuerzo máxima a través del electrocardiograma. Sirve para determinar si el individuo ha llegado a la capacidad aeróbica máxima junto con el volumen máximo de oxígeno, ya que ambos factores están estrechamente relacionados.

5.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para poder valorar la ingesta nutricional de los participantes, obtenida a través de la hoja de recogida de información dietética se utilizó el programa informático Dial, útil para calcular, programar y modificar de forma sencilla y rápida cualquier tipo de dieta. Diseñado por el Departamento de Nutrición de la Universidad Complutense de Madrid y Alce Ingeniería. Los resultados de los cuales se incorporaron en el programa Excel.

De la misma forma, también, se introdujeron en el programa Excel los resultados obtenidos de los componentes lipídicos analizados de las extracciones de sangre, la información sobre la sensación de fatiga subjetiva obtenida por la escala de Borg, el tiempo realizado y los niveles de lactato en sangre de los participantes de la carrera. Y de la prueba de capacidad aeróbica máxima se introdujeron el volumen máximo de oxígeno y la frecuencia cardíaca máxima.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa *GraphPad Prism 5* para Windows. Para el cálculo de las diferencias estadísticas entre los dos grupos se utilizó un análisis T *student* no pareado. Se consideraron resultados con diferencia estadísticamente significativa los valores que eran $p < 0.05$. Y se representaba gráficamente con un “ * ” cuando era estadísticamente significativo, si la $p < 0.01$ “ ** ” y si $p < 0.001$ “ *** ”.

6. RESULTADOS

6.1. DESCRIPCIÓN GLOBAL DE LA POBLACIÓN OBSERVADA EN LA CARRERA POPULAR

En este estudio observacional han participado 50 hombres, 31 en la carrera popular y 19 en la prueba de esfuerzo máxima.

La edad media de los participantes en la carrera popular fue de 34.9 ± 8.1 años, siendo el participante más joven de 20 años y el mayor de 48 años. Y, la edad promedio, en la prueba máxima fue de 34.9 ± 9.1 años, siendo el más joven de 19 años y el mayor de 47 años.

El porcentaje de la ingesta de lípidos de la población total fue de promedio 27.5 ± 12.1 , el porcentaje mínimo fue de 2.6 % y el máximo de 59.2 %. En base a estos resultados se decidió dividir la población en dos grupos, según si consumían más o menos del 30 % de lípidos en la ingesta de las horas previas a la prueba. De esta forma se quiso determinar si la ingesta de grasa afecta o no al rendimiento deportivo.

Así pues, los participantes tanto de la carrera popular “XXXVII Pujada a la Seu Vella” y los de la prueba de esfuerzo máxima, se dividieron en los 2 grupos, diferenciándose entre quiénes habían ingerido menos del 30% de lípidos y más de ese valor.

6.1.a. Descripción de los participantes diferenciados según ingesta lipídica

En la descripción de este grupo se puede observar como el promedio de la edad de los participantes divididos según el porcentaje de lípidos ingerido fue de 34.45 años, siendo la misma en los dos grupos. (Tabla 1)

CARRERA POPULAR	<i>< 30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 20)</i>	<i>>30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 11)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Edad (años)</i>	34.45 ± 7.76	34.45 ± 8.27	0.9988
<i>Peso corporal (kg)</i>	76.33 ± 7.24	74.90 ± 9.77	0.6468
<i>Kcal totales ingesta</i>	425.7 ± 8.04	521.41 ± 180.72	0.2119
<i>% Hidratos de Carbono ingesta</i>	60.40 ± 16.50	43.38 ± 10.40	0.0044

<i>g HdC / kg de peso corporal</i>	0.78 ± 0.34	0.78 ± 0.43	0.9879
<i>%Proteínas ingesta</i>	13.88 ± 6.65	15.51 ± 4.76	0.4796
<i>g Proteína / ingesta</i>	16.80 ± 13.19	19.39 ± 6.09	0.5443
<i>g Proteína / kg / día</i>	0.23 ± 0.19	0.26 ± 0.08	0.583
<i>% Lípidos ingesta</i>	18.66 ± 8.04	39.27 ± 8.88	< 0,0001
<i>Tipología de Ácido graso</i>			
<i>% AGS</i>	39.16 ± 14.24	41.03 ± 16.29	0.7408
<i>% AGM</i>	41.80 ± 13.29	39.96 ± 12.75	0.7099
<i>% AGP</i>	19.04 ± 10.82	19.01 ± 10.37	0.9942

Tabla 1. Análisis descriptivo de los promedios de edad e ingesta energética de los participantes de la carrera “XXII Pujada a la Seu Vella” divididos en dos grupos dependiendo del porcentaje de lípidos ingeridos en el desayuno.

En relación con las calorías totales ingeridas, si que se pudo observar más diferencia entre los dos grupos, ya que los individuos pertenecientes al de menor porcentaje de ingesta de grasa presentaron menores valores de calorías ingeridas debido a que el valor energético de los lípidos (9 kcal/g), es mayor respecto a los hidratos de carbono y las proteínas (4 kcal /g). (14)

Por otra parte, se pudo identificar que los dos grupos consumían la misma cantidad de gramos de hidratos de carbono por kilogramo de peso corporal, pero el porcentaje de hidratos de carbono entre los dos grupos tenía una diferencia estadísticamente significativa (p = 0.0044).

Además, se puede determinar que los participantes de los dos grupos consumieron una cantidad muy similar de proteínas, 16.80 g quienes consumían menos del 30% de lípidos en la ingesta energética y 19.39 g los que consumen más del 30%, esto hacía que los valores de los otros dos macronutrientes aún se diferenciasen más.

Respecto la tipología de ácido graso que se ingirió en los dos grupos, el porcentaje de consumo de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) era similar, 19.04 y 19.01 g respectivamente. Aún así, quienes consumían más del 30 % de lípidos en la dieta ingieren más cantidad de ácidos grasos saturados (AGS) respecto el otro grupo, aunque no se diferenciasen de forma significativa.

Así pues entre los dos grupos había características muy similares como la edad, los gramos ingeridos de hidratos de carbono por kg de peso corporal, los gramos de proteínas en la ingesta

y, el hecho, que aunque un grupo consumiese más cantidad de lípidos en los dos había porcentajes similares en la ingesta de la tipología de ácido graso.

Por otro lado, las características que más se diferían entre los dos grupos y dónde había diferencia estadísticamente significativa era en el porcentaje de hidratos de carbono ($p = 0.0044$) y en el porcentaje de lípidos ($p < 0,0001$), que es el parámetro que sirve de división entre los grupos.

6.1.b. Descripción de los grupos de alimentos ingeridos en cada grupo

Después de haber recogido la información sobre la ingesta dietética de los diferentes participantes y haberlos dividido según el porcentaje de grasa de esa ingesta, se pueden caracterizar según mayor o menor consumo de los distintos grupos de alimentos proporcionados por el programa DIAL.

GRUPOS DE ALIMENTOS	<i>< 30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 20)</i>	<i>>30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 11)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Cereales</i>	2.53 ± 1.61	1.73 ± 1.06	0.3228
<i>Frutas</i>	0.98 ± 0.7	0.45 ± 0.53	0.0806
<i>Lácteos y derivados</i>	0.3 ± 0.4	0.64 ± 0.50	0.0271
<i>Carnes, Pescado, Huevos y derivados</i>	0.16 ± 0.32	0.49 ± 0.47	0.0156
<i>Azúcares dulces y pastelería</i>	0.39 ± 0.5	0.36 ± 0.5	0.9655
<i>Aceites y grasas</i>	0.14 ± 0.2	0.14 ± 0.2	0.0311

Tabla 2. Análisis descriptivo de los distintos grupos de alimentos ingeridos por los participantes por raciones en las horas previas a la carrera “XXII Pujada a la Seu Vella” divididos en dos grupos dependiendo del porcentaje de lípidos ingeridos en el desayuno. Las unidades de medida son raciones alimentarias.

Quienes consumían menos del 30% de lípidos se caracterizaban con un consumo mayor de cereales y fruta respecto quienes consumían más del 30%, pero era de forma no significativa. En cambio, el grupo de los participantes que consumían más del 30% de lípidos dietéticos consumían más lácteos y sus derivados, proteína animal y aceites y grasas respecto el otro grupo con diferencia estadísticamente significativa.

6.2. RELACIÓN ENTRE INGESTA DE LÍPIDOS CON EL RENDIMIENTO Y LA FATIGA EN LA CARRERA POPULAR

La gráfica 1 indica la relación entre el porcentaje de ingesta de lípidos en el desayuno, en este caso, última ingesta antes de un evento deportivo y parámetros relacionados con el rendimiento y la fatiga. Si se comparan los dos grupos de participantes en relación con el tiempo realizado al terminar la carrera, se puede observar que no presentaban diferencia en el tiempo de carrera. (Figura 1A) Pero, por otra parte, los participantes que consumieron mayor cantidad de lípidos presentaron menores valores en la Escala de Borg para la sensación de fatiga después de haber realizado la carrera (Figura 1B), es decir, presentaron una menor percepción de fatiga. No obstante, en el análisis de la extracción sanguínea presentaron mayor cantidad de lactato en sangre (50.08 mmol/l), está última relación entre la ingesta lipídica y el lactato sanguíneo presenta una diferencia significativa respecto el otro grupo ($p = 0.0457$). (Figura 1C)

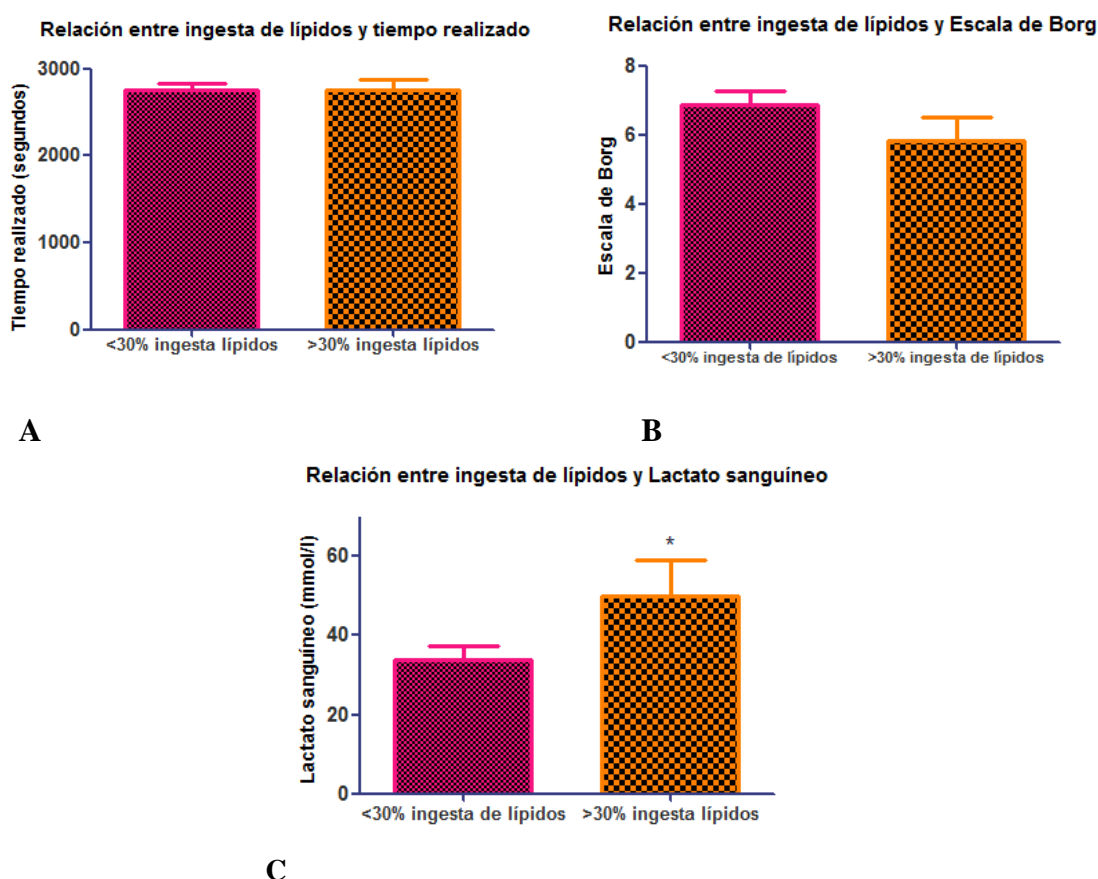


Gráfico 1. Relación entre la ingesta de lípidos con la marca deportiva, la Escala de Borg y el Lactato sanguíneo en la XXXVII Pujada a la Seu Vella. En los 3 gráficos se puede observar que en el eje de la X es donde están representados los dos grupos. La figura de color rosa representa el grupo con ingesta inferior al 30 % de lípidos (N = 20) y la figura en color naranja representa el grupo con ingesta superior al 30 % (N = 11). **A:** El eje Y representa la marca deportiva en unidad del tiempo, segundos. **B:** El eje Y representa la sensación de fatiga obtenida a través de la Escala de Borg. **C:** El eje Y representa la cantidad de lactato sanguíneo al terminar el evento deportivo, expresado en mmol/l. En este gráfico el grupo con ingesta superior al 30% de los lípidos tiene una N = 8.

En cambio, los participantes que consumieron menor porcentaje de lípidos al finalizar la carrera presentaron mayor sensación de fatiga que en el otro grupo, aún así el lactato sanguíneo estaba en menor cantidad (34.01 mmol/l).

6.3. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA CANTIDAD DE LÍPIDOS PLASMÁTICOS EN LA CARRERA POPULAR

6.3.a. Triglicéridos y lípidos totales en la carrera popular

La mayoría de integrantes de los grupos, antes de la carrera, mostraron niveles de triglicéridos inferiores a 200 mg / dL y niveles normales de lípidos totales de 600 a 800 mg / dL. El hecho de comer un desayuno alto en grasa, referente al grupo con ingesta mayor al 30%, no implicó mayores niveles de triglicéridos ni de lípidos totales de forma estadísticamente significativa, $p = 0.3822$ y $p = 0.8438$, respectivamente, antes de la carrera.

También, se analizó los triglicéridos y los lípidos totales después de haber finalizado el evento deportivo. Tampoco se observaron diferencias en los niveles de triglicéridos y lípidos totales después de la carrera. En ninguno de los dos grupos hay diferencia estadísticamente significativa, $p = 0.8322$ y $p = 0.9645$, respectivamente.

Los participantes que consumían más porcentaje de lípidos tenían al finalizar la carrera más triglicéridos y lípidos totales que quienes consumían menos del 30 % de lípidos en su ingesta.

Comparando los triglicéridos plasmáticos previos al evento y post evento, se pudo observar que en los dos grupos aumentan al finalizar la carrera, pero sin diferencia significativa en ninguno, $p = 0.3595$ y $p = 0.6736$. (Tabla 3).

Triglicéridos plasmáticos	Pre evento	Post evento	<i>Valor p</i>
< 30 % ingesta de lípidos	112.0 ± 13.15	134.6 ± 20.54	0.3595
> 30 % ingesta de lípidos	130.1 ± 13.51	141.6 ± 23.22	0.6736
<i>Valor p</i>	0.3822	0.8322	

Tabla 3: Valores de los promedios (mg / dL), desviación estándar y valor p de los Triglicéridos plasmáticos de los corredores de la carrera divididos en los dos grupos antes y después de la carrera popular. El grupo con ingesta < 30% de lípidos tiene una N = 20 y el grupo con ingesta > 30% de lípidos una N = 11.

Como se puede observar en la Tabla 4, cuando se realizó una comparativa entre los lípidos totales antes y después de la prueba tanto en un grupo como en el otro salió que había diferencia estadísticamente significativa, $p = 0.0166$ y $p = 0.0159$.

Lípidos totales plasmáticos	Pre evento	Post evento	<i>Valor p</i>
< 30 % ingesta de lípidos	831.0 ± 27.48	925.1 ± 25.61	0.0166
> 30 % ingesta de lípidos	822.8 ± 23.23	927.0 ± 32.02	0.0159
<i>Valor p</i>	0.8438	0.9645	

Tabla 4: Valores de los promedios (mg / dL), desviación estándar y valor p de los Lípidos totales plasmáticos de los corredores de la carrera divididos en los dos grupos antes y después de la carrera popular. El grupo con ingesta < 30% de lípidos tiene una N = 20 y el grupo con ingesta > 30% de lípidos una N = 11.

Se observó que después de realizar una actividad deportiva los niveles de triglicéridos y lípidos totales aumentaban de forma independiente a sí se consumía menor o mayor porcentaje de lípidos.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN OBSERVADA EN LA PRUEBA DE CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA

6.4.a. Descripción de los participantes diferenciados según ingesta lipídica

Los participantes de la prueba de esfuerzo máxima se dividieron de la misma forma que los participantes de la carrera popular, según el porcentaje de la ingesta lipídica. Así pues, hay el grupo con menor ingesta de lípidos de 11 participantes y el grupo de mayor ingesta de 8.

A diferencia de los grupos conformados en la carrera popular, aquí se pudo observar que los dos grupos eran más dispares. En este caso, aunque los grupos estén divididos según cantidad ingerida de lípidos es el grupo de ingesta menor al 30 % quien presenta valores de consumo calórico más altos. Además, también variaban y de forma significativa con el porcentaje de hidratos de carbono y de proteínas, siendo el grupo que consumía menos porcentaje de grasa quien presentaba mayor porcentaje en los otros macronutrientes. En cuanto a la tipología de ácidos grasos, se podía observar que quienes habían ingerido más porcentaje de lípidos ingerían mayor porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS). En cambio, los individuos pertenecientes al grupo de menor ingesta de lípidos consumen menos cantidad de AGS.

MÁXIMA	<i>< 30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 11)</i>	<i>>30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 8)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Edad</i>	33.18 ± 3.10	37.38 ± 2.54	0.3379
<i>Peso corporal (kg)</i>	70.09 ± 1.98	72.88 ± 2.35	0.3783
<i>Kcal totales desayuno</i>	564.45 ± 262.62	547.75 ± 167.37	0.8767
<i>% Hidratos de Carbono desayuno</i>	58.73 ± 1.22	43.39 ± 2.84	< 0.0001
<i>g HdC / kg de peso corporal</i>	1.17 ± 0.18	0.89 ± 0.13	0.2729
<i>%Proteínas desayuno</i>	15.57 ± 0.86	12.41 ± 0.82	0.0207
<i>g Proteína / desayuno</i>	21.98 ± 3.43	17.13 ± 2.35	0.2989
<i>g Proteína / kg / día</i>	0.32 ± 0.16	0.23 ± 0.8	0.583
<i>% Lípidos desayuno</i>	23.00 ± 1.07	39.99 ± 3.09	< 0.0001

<i>Tipología de Ácido graso</i>			
<i>% AGS</i>	25.26 ± 12.10	41.86 ± 15.66	0.0182
<i>% AGM</i>	47.65 ± 13.73	36.85 ± 6.25	0.0547
<i>% AGP</i>	27.09 ± 13.43	21.29 ± 14.06	0.3756

Tabla 5. Análisis descriptivo de los promedios de edad e ingesta energética de los participantes de la prueba de esfuerzo máxima, divididos en dos grupos dependiendo del porcentaje de lípidos ingeridos en el desayuno.

6.4.b. Descripción de los grupos de alimentos ingeridos en cada grupo

De la misma forma que se realizó con los participantes de la carrera popular, se describieron los dos grupos de la prueba de esfuerzo máxima según los grupos de alimentos que habían ingerido las horas previas a la prueba. En comparación con los dos grupos, se observó que existía una diferencia estadística en cuanto a la ingesta de fruta ($p = 0.0177$). El grupo que consumía menor cantidad de lípidos presentaba mayor consumo de cereales, de proteína de origen animal y de azúcares simples sin diferencia estadísticamente significativa. El grupo que consumía más ingesta de lípidos presentaba mayores raciones de lácteos y de aceites y grasas.

Por último, a diferencia de lo descrito anteriormente en los participantes de la carrera popular, en este grupo no hay ingesta de carnes, pescado y huevos en la mayoría de los participantes.

GRUPOS DE ALIMENTOS	<i>< 30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 20)</i>	<i>>30% de lípidos en la ingesta energética total (N = 11)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Cereales</i>	2.45 ± 0.90	1.78 ± 0.48	0.0940
<i>Frutas</i>	1.04 ± 0.65	0.28 ± 0.48	0.0177
<i>Lácteos y derivados</i>	0.84 ± 0.46	0.92 ± 0.45	0.6246
<i>Carnes, Pescado, Huevos y derivados</i>	0.40 ± 0.62	0.28 ± 0.26	0.6307
<i>Azúcares y pastelería</i>	0.41 ± 0.49	0.27 ± 0.47	0.6095
<i>Aceites y grasas</i>	0.31 ± 0.33	0.67 ± 0.48	0.0860

Tabla 6. Análisis descriptivo de los distintos grupos de alimentos ingeridos por los participantes de la prueba de capacidad aeróbica máxima divididos en dos grupos dependiendo del porcentaje de lípidos ingeridos en el desayuno. Las unidades de medida son raciones alimentarias.

6.5. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA VO₂ MÁX Y LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁX EN LA PRUEBA DE ESFUERZO

En la prueba de esfuerzo máxima se valoró, principalmente, el VO₂ máx y la Frecuencia Cardíaca (FC máx) de cada uno de los participantes. Para identificar si los individuos han llegado a la potencia aeróbica máxima o VO₂ máx se utilizó el parámetro de la FC máxima.

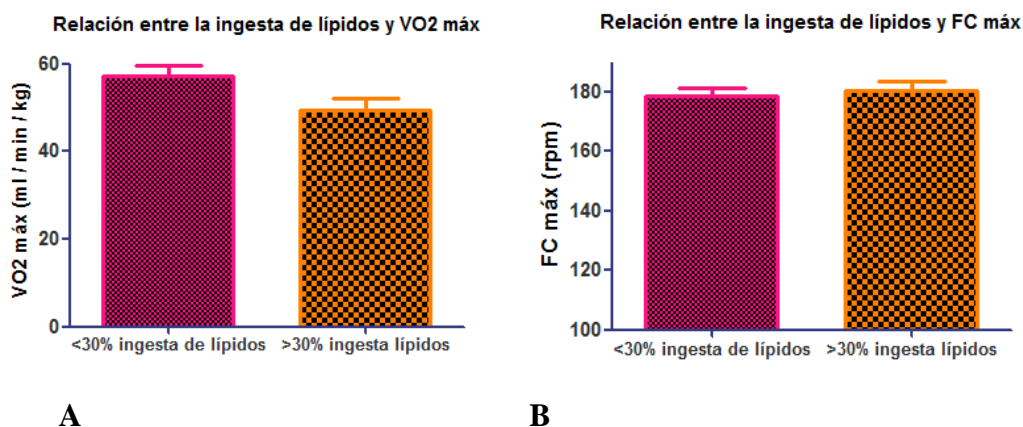


Gráfico 2. Relación entre la ingesta de lípidos con la capacidad aeróbica máxima (VO₂ máx) y la Frecuencia Cardíaca máxima (FC máx). En los 3 gráficos se puede observar que en el eje de la X es donde están representados los dos grupos. La figura de color rosa representa el grupo con ingesta inferior al 30 % de lípidos (N = 11) y la figura en color naranja representa el grupo con ingesta superior al 30 % (N = 8). **A:** El eje Y representa la VO₂ máx por ml por kg y minuto. **B:** El eje Y representa la FC máx por revoluciones por minuto.

Así pues, los participantes que consumieron más del 30% de lípidos presentan menor potencia aeróbica máxima y mayor frecuencia cardíaca máxima. En el caso de la capacidad aeróbica máxima entre los dos grupos la $p= 0.0566$, la cual indica que está muy cerca de tener diferencia significativa. El promedio de la VO₂ máxima del grupo que ingiere menos del 30% de lípidos en su ingesta es de 57.18 ± 2.54 y el del otro grupo es de 49.38 ± 2.77 .

6.6. RELACIÓN ENTRE LA INGESTA DE LÍPIDOS CON LA CANTIDAD DE LÍPIDOS PLASMÁTICOS

6.6.a. Triglicéridos y Lípidos totales en la prueba de esfuerzo máxima

Los participantes con mayor ingesta de lípidos en el desayuno presentaron mayores cantidades de triglicéridos ($p = 0.3480$) y menores cantidades de lípidos totales ($p = 0.7434$) pre evento, respecto al grupo de menor ingesta lipídica.

En el perfil plasmático de después de la prueba, seguía habiendo la misma tendencia que en la carrera popular. El grupo que ingirió menor porcentaje de grasa presentaba menos valores de Triglicéridos en sangre ($p = 0.7526$), pero mayores valores en los lípidos totales ($p = 0.724$), sin diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los dos grupos ni parámetros.

Como se puede observar en la Tabla 7, cuando se trataba de los triglicéridos en el grupo de ingesta menor al 30 % de lípidos en las horas previas a la prueba, estos aumentaban cuando se había realizado la prueba. En cambio, los participantes que consumía mayor porcentaje de lípidos presentaban menores niveles de Triglicéridos al terminar la prueba máxima. Aún así, en ninguno había diferencia estadísticamente significativa.

Por otro lado en la Tabla 8 se puede observar los Lípidos totales en los dos grupos al terminar la prueba de capacidad aeróbica máxima sus niveles eran mayores, siendo diferencia estadísticamente significativa tanto en el grupo de menor ingesta de grasa ($p = 0.0149$) y el grupo con mayor ingesta ($p = 0.0152$).

Triglicéridos plasmáticos	Pre evento	Post evento	<i>Valor p</i>
< 30 % ingesta de lípidos	77.28 ± 10.32	87.58 ± 9.43	0.4700
> 30 % ingesta de lípidos	93.89 ± 14.40	92.49 ± 12.46	0.9424
<i>Valor p</i>	0.3480	0.7526	

Tabla 7: Valores de los promedios (mg / dL), desviación estándar y valor p de los triglicéridos plasmáticos de los participantes de la prueba máxima divididos en los dos grupos. El grupo con ingesta < 30% de lípidos tiene una N = 11 y el grupo con ingesta > 30% de lípidos una N = 8.

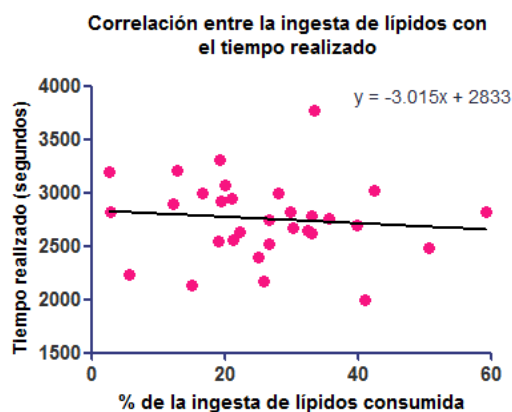
Lípidos totales plasmáticos	Pre evento	Post evento	<i>Valor p</i>
< 30 % ingesta de lípidos	627.2 ± 41.02	779.8 ± 40.02	0.0149
> 30 % ingesta de lípidos	607.8 ± 38.37	759.1 ± 39.03	0.0152
<i>Valor p</i>	0.7434	0.7242	

Tabla 8: Valores de los promedios (mg / dL), desviación estándar y valor p de los lípidos totales plasmáticos de los participantes de la prueba máxima divididos en los dos grupos. . El grupo con ingesta < 30% de lípidos tiene una N = 11 y el grupo con ingesta > 30% de lípidos una N = 8.

6.7. CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS PARÁMETROS

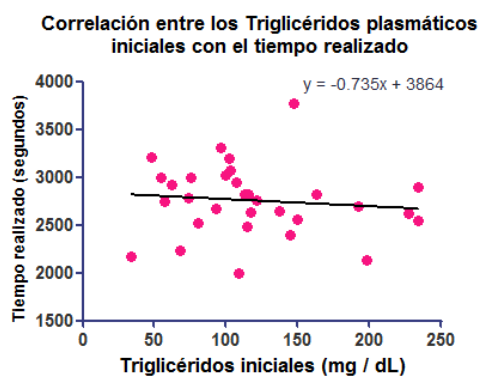
6.7.a. Correlación entre ingesta de lípidos y marca deportiva

En la gráfica 3 se pudo observar como quienes consumían menor porcentaje de grasa, realizaban menores tiempos que quienes consumían más lípidos en su ingesta, es decir, obtenían mejores resultados, ya que realizaban la carrera popular en menor tiempo.

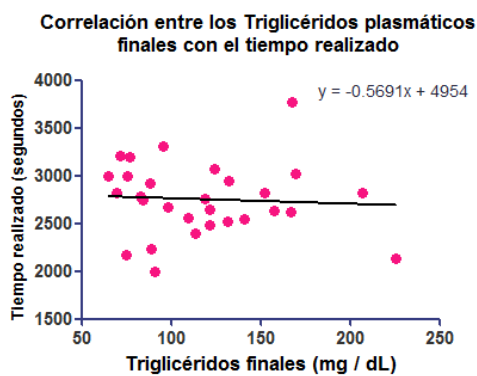


Gráfica 3: Correlación lineal entre la ingesta de lípidos y el tiempo deportivo de la carrera popular. En este gráfico se observa en el eje de las X el porcentaje de ingesta de lípidos de cada uno de los participantes y en el eje de la Y el tiempo realizado en la carrera en segundos de cada uno de los participantes. (Valor $p = 0.5728$ y $R^2 = 0.01110$)

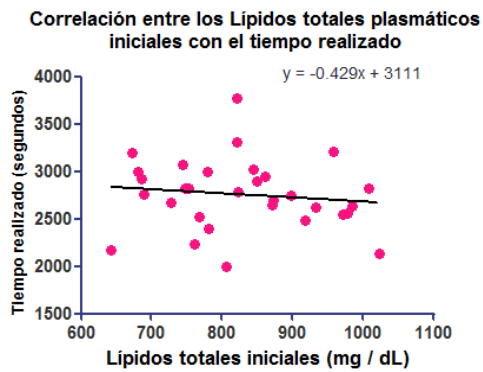
En la Gráfica 4, se puede observar la correlación entre los valores de triglicéridos y lípidos totales plasmáticos antes y después de la carrera popular relacionados con el tiempo en segundos que han realizado cada uno de los participantes. Aunque no hay diferencias estadísticamente significativas se puede observar que quienes realizan mejores tiempos de carrera presentan más cantidad de lípidos en sangre, ya sean triglicéridos o lípidos totales. En el gráfico 4D un 30 % de obtener mejor marca deportiva está descrita por la variable Lípidos totales al finalizar la carrera.



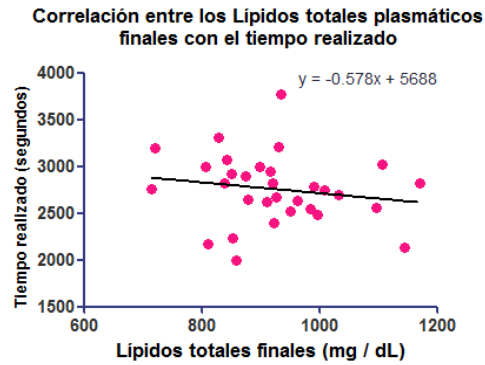
A



B



C



D

Gráfico 4: Correlaciones entre los lípidos plasmáticos antes y después de la carrera popular. En el eje de la Y hay los valores de la marca deportiva de cada uno de los participantes, en cada gráfico es igual. **A:** En el eje de las X hay los valores de Triglicéridos iniciales (mg / dL). (Valor $P = 0.5647$ y $R^2 = 0.01157$). **B:** En el eje de las X hay los valores de Triglicéridos finales (mg / dL). (Valor $P = 0.7478$ y $R^2 = 0.7478$). **C:** En el eje de las X hay los valores de Lípidos totales iniciales (mg / dL). (Valor $P = 0.5041$ y $R^2 = 0.01554$). **D:** En el eje de las X hay los valores de Lípidos totales finales (mg / dL). (Valor $P = 0.3564$ y $R^2 = 0.2939$).

En el Gráfico 5 se observa que quienes tienen mayor consumo de lípidos presentan menores niveles de VO_2 máx.

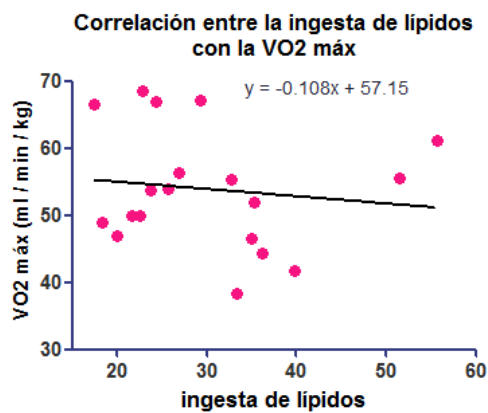
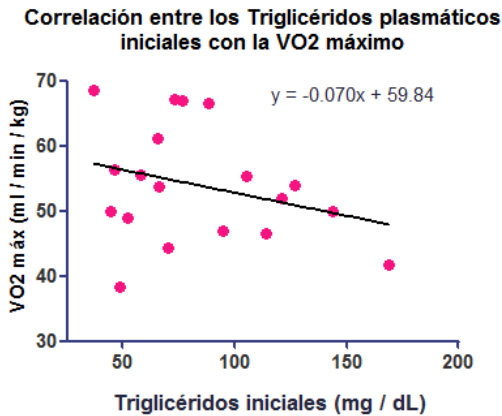


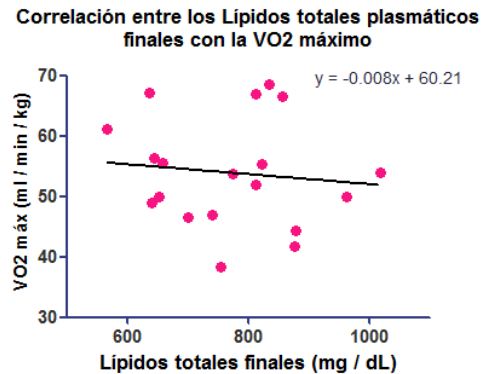
Gráfico 5: Correlación lineal entre la ingesta de lípidos y la marca deportiva de la carrera popular. En este gráfico se observa en el eje de las X el porcentaje de ingesta de lípidos de cada uno de los participantes y en el eje de la Y el VO_2 máximo en mililitro por minuto y kilogramo de peso corporal de cada uno de los participantes. (Valor $P = 0.6020$ y $R^2 = 0.01635$)

Como se observa en los diferentes apartados del Gráfico 6, quienes tenían menor cantidad de lípidos plasmáticos, ya sea lípidos totales o triglicéridos, presentan mayor volumen de oxígeno máximo, es decir, utilizaron mayor cantidad de oxígeno a la hora de realizar la prueba de esfuerzo máxima. En ninguno de los apartados hay diferencia estadísticamente significativa. Pero el apartado A, B y C tienen alrededor de un 10% de obtener mejor capacidad aeróbica

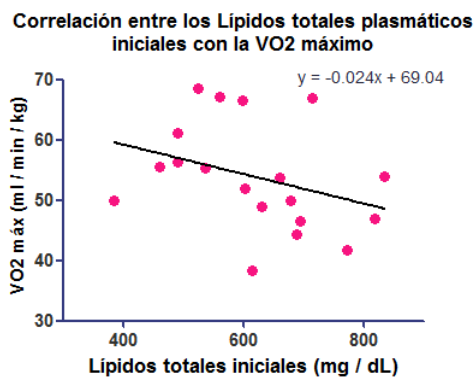
descrita por la variable triglicéridos pre y post de la prueba de esfuerzo y lípidos totales pre prueba de esfuerzo.



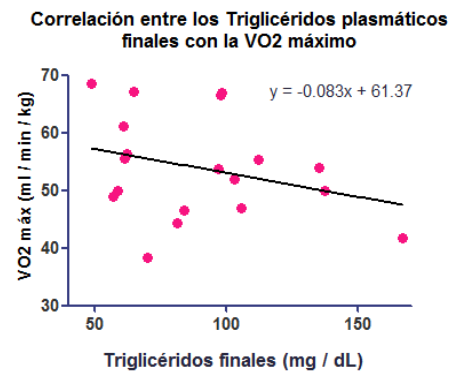
A



B



C



D

Gráfico 6: Correlaciones entre los lípidos plasmáticos antes y después de la prueba de capacidad aeróbica máxima. En el eje de la Y hay los valores de la VO₂ máxima de cada uno de los participantes, en cada gráfico es igual. **A:** En el eje de las X hay los valores de triglicéridos iniciales (mg / dL). (Valor P = 0.2239 y R² = 0.0857). **B:** En el eje de las X hay los valores de triglicéridos finales (mg / dL). (Valor P = 0.2109 y R² = 0.0904). **C:** En el eje de las X hay los valores de lípidos totales iniciales (mg / dL). (Valor P = 0.1598 y R² = 0.1128). **D:** En el eje de las X hay los valores de lípidos totales finales (mg / dL). (Valor P = 0.6503 y R² = 0.0123).

7. DISCUSIÓN

La ingesta antes de un evento deportivo es muy importante, por eso deberían de haber recomendaciones para los principales macronutrientes. En el caso de los lípidos no existen unas recomendaciones específicas para deportistas y en este trabajo se ha podido observar que existe diferencia en el consumo de grasa entre diferentes deportistas antes de la competencia, ya que había participantes que consumían desde un 2,7 % de grasa a un 60 %. Debido a que no hay evidencia de la cantidad recomendada para ingerir antes de una prueba deportiva, los participantes tanto de la prueba de la carrera popular como de la prueba de capacidad aeróbica máxima se distribuyeron en dos grupos según el porcentaje de ingesta de lípidos consumidos las horas antes a la realización de las dos pruebas. Se escogió dividir los individuos en menor de 30% de ingesta lipídica y mayor o igual a 30% por dos razones, la primera que el promedio de la ingesta era de 27.56% en la población estudiada y, que las recomendaciones para población general indican un mínimo del 30% de ingesta diaria (12), el cual, también, se debería trasladar a cada tiempo de comida.

En la primera prueba, los participantes que habían ingerido más porcentaje de lípidos habían ingerido menos de lo recomendado de hidratos de carbono, que es mínimo 1 g / kg consumido entre 1 y 4 horas previas al evento deportivo. (5) Uno de los puntos sorprendentes de esta población es que no solo era el grupo de mayor porcentaje de grasas no llegaba a la recomendación mínima de hidratos de carbono, sino que quienes consumían menos del 30% de grasa, pero aproximadamente el 60% de su ingesta eran hidratos de carbono, también ingerían solo un 0.78 g/ kg por lo cual tampoco llegaban a las recomendaciones establecidas para este macronutriente. Este hecho puede deberse a que aunque presenten mayor porcentaje de hidratos de carbono, en valores absolutos los participantes hayan ingerido menor cantidad de alimentos, pero estos sean con alto contenido en hidratos de carbono. (Tabla 1)

En el caso de las proteínas, aunque la recomendación es de 1,2 – 1,4 a 2 g/kg/día, con esta ingesta tampoco llegaban a la recomendación aunque es diaria, y en el presente trabajo solo se ha realizado el análisis de una sola ingesta. (5) (11) (Tabla 1)

Por otro lado, se realizó una segunda prueba para evidenciar si la ingesta de grasas tenía algún efecto en una prueba de capacidad aeróbica máxima con la caracterización que la ingesta de lípidos también se dividía en grupos menor o mayor e igual a 30% de ingesta de grasa y otros parámetros bioquímicos explicados en las siguientes páginas.

En la segunda prueba la de capacidad aeróbica máxima, los participantes eran más dispares en cuanto a los gramos de hidrato de carbono, ya que quienes consumían menor porcentaje de lípidos sí que cumplían, de promedio, la recomendación de hidratos de carbono. (5) Pero en cuanto a las proteínas no se puede valorar correctamente si se realiza una correcta ingesta o no, ya que solo hay una comida. En el caso que solo en esta comida hubiese aporte proteico, la ingesta seguiría siendo escasa. (5) (11) (Tabla 5)

Y otra de las diferencias entre los participantes era la distribución del perfil lipídico de la ingesta, donde quienes consumían mayor porcentaje de grasa consumían más ácidos grasos saturados. Y quienes consumían menor porcentaje, ingerían más ácidos grasos monoinsaturados. (Tabla 1 y Tabla 5).

Centrándonos en la carrera popular, se observó que la marca deportiva no se diferenciaba mucho entre los dos grupos divididos según ingesta de lípidos, aún así quienes habían consumido menos porcentaje presentaban mayor percepción de fatiga, pero el lactato era más presente en quienes habían consumido más grasas, esto podría ser que las reservas de glucógeno no estaban tan llenas y puede indicar que la ingesta alta de grasa no es habitual. (4) (Gráfico 1)

En el caso de la prueba de capacidad aeróbica máxima, se observa que quienes consumen menor porcentaje de lípidos presentan mayor VO_2 máximo y la Frecuencia Cardíaca es menor que en el grupo que ingiere más porcentaje. (Gráfico 2) La intensidad a la que una persona realiza una prueba hace variar el sustrato que vaya a utilizar (15). A mayor intensidad más uso de hidratos de carbono, así pues, quienes deberían tener mayores valores de VO_2 máxima deberían de ser quienes hubiesen consumido mayor porcentaje de hidratos de carbono, por lo tanto los individuos del grupo con menor ingesta de grasa. No obstante, es necesario mencionar que el VO_2 máxima es un parámetro difícil de modificar y que la relación causa efecto con la ingesta de lípidos podría no ser de forma directa, ya que depende de diversos factores a parte de la dieta, como es el tipo de entrenamiento y la genética. (15)

En el caso de la bioquímica sanguínea estudiada, en la carrera popular, los triglicéridos aumentaron después del evento deportivo en los dos grupos, pero no de forma significativa. Quienes consumían mayor porcentaje de lípidos presentaban mayores valores sanguíneos, ya que el pico de concentración de lípidos en plasma se produce entre la hora y las 3 horas después de su ingesta, por lo que según la hora a la que hubiesen desayunado los participantes, está podría ser una de las razones por la que se eleva en sangre. (16)

En el caso de los lípidos totales también aumentaban y esta vez sí que de forma significativa. Como característica era que quienes consumían menor porcentaje de lípidos presentaban mayores valores de lípidos totales pre evento, pero no post evento en plasma. Así pues, en una prueba sub máxima como era la carrera se observaba que tanto los triglicéridos como los lípidos totales incrementaban debido al aumento del flujo sanguíneo y a la presencia de lípidos plasmáticos como fuente de energía, después de utilizar hidratos de carbono. (17)

En el caso de la prueba máxima, la población estudiada estaba mucho más entrenada con VO_2 máximo de 57.18 y 48.39 ml / kg / min esto indica que llegan a valores de VO_2 máx muy elevados de forma que están acostumbrados a realizar deporte (15). Además a diferencia de la prueba anterior, los participantes en el inicio ya tienen valores más inferiores tanto de triglicéridos como de lípidos totales comparándolos con los participantes de la carrera popular. Al finalizar la prueba, quienes han ingerido mayor porcentaje de grasa presentaban valores inferiores de triglicéridos que en el inicio, pero no de forma significativa. (Tabla 7) En el caso de los lípidos totales, también, aumentan del inicio al final de la prueba, y como en la carrera, también lo hacen de forma significativa. (Tabla 8)

Así pues, se puede observar que después de realizar ejercicio aumentan los valores de triglicéridos y lípidos totales, puede que en los individuos más entrenados se mantengan los triglicéridos más estables debido a la acción de la lipoproteína lipasa, ya que hidroliza los triglicéridos, contenidos por los quilomicrones, a ácidos grasos y así ser útiles como combustible energético más fácilmente (17) por lo que tener menos niveles de Triglicéridos después de realizar ejercicio es debido a una adaptación deportiva y, indica que esta población está mucho más entrenada. (18)

También, se observó que realizar un bajo tiempo deportivo podría ser descrito en un 30% por los lípidos totales plasmáticos. (Gráfico 4D)

Se estudió la correlación entre la VO_2 máxima y los parámetros ya descritos en el anterior párrafo, con el que también se observó que los triglicéridos y los lípidos totales iniciales podían tener una relación con la VO_2 máxima, pero como ya se ha descrito anteriormente, modificar este parámetro es muy difícil debido a que depende de otros factores.

8. CONCLUSIONES

En general, la ingesta dietética antes de la carrera de los deportistas estudiados no se ajusta a las recomendaciones alimentarias establecidas, ya que el promedio de su ingesta es inferior a la recomendación mínima de carbohidratos de 1 g / kg de peso corporal. En el caso de las proteínas, las recomendaciones son diarias, por lo cual al solo tener datos de una ingesta no se ha podido indicar si ingieren una cantidad adecuada o no lo hacen. Finalmente, las recomendaciones específicas para deportistas sobre la ingesta de grasas no están establecidas, así pues, en este trabajo se quiso distribuir los participantes según su porcentaje de ingesta y ver si estaba relacionado con el rendimiento deportivo. Quienes consumían mayor ingesta de grasa tendían a ingerir más productos de origen animal que quienes pertenecían al grupo de menor ingesta.

No existe ninguna relación entre la ingesta de lípidos y los diferentes parámetros estudiados, el tiempo de carrera, la escala de Borg, los niveles de lactato sanguíneo, ni la capacidad aeróbica máxima, ni la frecuencia cardíaca máxima. No hay diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los parámetros anteriores, exceptuando en el lactato sanguíneo, ya que quienes consumen mayor ingesta de lípidos presentan mayores niveles de lactato en sangre

Se ha podido observar que los lípidos plasmáticos aumentan después de realizar un evento deportivo de forma significativa pero independientemente de la ingesta de lípidos previa. Aunque, si los deportistas están bien entrenados puede que los valores de triglicéridos plasmáticos iniciales sean similares a los finales.

Por último, se concluyó que una ingesta mayor a 30 % de lípidos no presenta ningún efecto en el rendimiento deportivo de hombres corredores de medio fondo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Position of The American Dietetic Association and The Canadian Dietetic Association: Nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *J Am Diet Assoc* [Internet]. 1 de junio de 1993 [citado 5 de junio de 2019];93(6):691-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/000282239391681F>
2. Devlin JT, Williams C. Foods, nutrition and sports performance. *J Sports Sci* [Internet]. 14 de junio de 1991 [citado 20 de junio de 2019];9(sup1):3-3. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640419108729862>
3. Burke LM, Cox GR, Cummings NK, Desbrow B. Guidelines for Daily Carbohydrate Intake. *Sport Med* [Internet]. 2001 [citado 3 de junio de 2019];31(4):267-99. Disponible en: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200131040-00003>
4. Burke LM, Kiens B. “Fat adaptation” for athletic performance: the nail in the coffin? *J Appl Physiol* [Internet]. enero de 2006 [citado 3 de junio de 2019];100(1):7-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16357078>
5. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet* [Internet]. 1 de marzo de 2016 [citado 3 de junio de 2019];116(3):501-28. Disponible en: [https://jandonline.org/article/S2212-2672\(15\)01802-X/fulltext](https://jandonline.org/article/S2212-2672(15)01802-X/fulltext)
6. Spriet LL. New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. *Sports Med* [Internet]. mayo de 2014 [citado 3 de junio de 2019];44 Suppl 1(Suppl 1):S87-96. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24791920>
7. Jeukendrup A, Achten J. Fatmax : A new concept to optimize fat oxidation during exercise? *Eur J Sport Sci* [Internet]. diciembre de 2001 [citado 3 de junio de 2019];1(5):1-5. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461390100071507>
8. Kreider RB, Fry AC, O’Toole ML. Overtraining in sport. *Human Kinetics*, editor. Editors; 1998. 403 p.
9. Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci* [Internet]. 18 de enero de 2004 [citado 3 de junio de 2019];22(1):15-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14971430>
10. Palacios Gil-Antuñano N, Franco Bonafonte L, Manonelles Marqueta P, Manuz González B, Villegas García JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. [Internet]. 2008 [citado 20 de junio de 2019]. Disponible en: http://femede.es/documentos/Consenso_hidratacion.pdf
11. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14(1):1-25.
12. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases [Internet]. [citado 20 de junio de 2019]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=9E6FA1035351FCEB1181A9BBE9F4490A?sequence=1
13. Rehrer NJ, van Kemenade M, Meester W, Brouns F, Saris WH. Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. *Int J Sport Nutr* [Internet]. marzo de 1992 [citado 3 de junio de 2019];2(1):48-59. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1338583>
14. Jeukendrup A, Saris W, Wagenmakers A. Fat Metabolism During Exercise: A Review. Part I: Fatty Acid Mobilization and Muscle Metabolism. *Int J Sports Med* [Internet]. 9 de mayo de 1998 [citado 3 de junio de 2019];19(04):231-44. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-971911>
15. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. 5.^a ed. Human Kinetics Publishers, editor. Leeds; 2012. 616 p.

16. Brooks GA. Importance of the «crossover» concept in exercise metabolism. Clin Exp Pharmacol Physiol [Internet]. noviembre de 1997 [citado 3 de junio de 2019];24(11):889-95. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9363377>
17. Lowery LM. Dietary fat and sports nutrition: A primer. J Sport Sci Med. 2004;3(3):106-17.
18. Aspíroz Sancho RJ, Nuviola Mateo MT. Lípidos y ejercicio físico [Internet]. Zaragoza; 2002 [citado 20 de junio de 2019]. Disponible en: http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Lipidos_317_90.pdf