3.2 Internacional

3.2.1 Ramadán

En el noveno mes del calendario islámico de la Hégira, el mes de ramadán, cada musulmán que haya pasado la edad de la pubertad debe ayunar diariamente. El Ramadán implica abstenerse de comer y beber desde el amanecer hasta el atardecer por aproximadamente 30 días. El Ramadán está determinado por el calendario islámico y sigue un ciclo lunar. El calendario es de 10 a 11 días más corto que el calendario gregoriano. Esto significa que el mes del Ramadán se mueve hacia adelante cada año, a través de las estaciones, y completa un ciclo cada 33 años. En los últimos años, el Ramadán se está corriendo hacia el final de la temporada de fútbol en la mayoría de los países europeos y, por lo tanto, esto representa un desafío real al final de una larga temporada. Como el Ramadán se correrá a los meses de invierno en los próximos 20 a 30 años, la duración del ayuno será más corta ya que la luz del día será más breve y esto hará que nuevamente sea un poco menos complicado. Sin embargo, actualmente el período entre el amanecer y el atardecer es prolongado y, por lo tanto, la duración del ayuno es también prolongada.

En las directrices que discutimos en este curso, se recomienda fuertemente que los jugadores de fútbol consuman al menos 3 o 4 comidas importantes por día, separadas cada 3 o 4 horas (para optimizar la síntesis de proteínas). También se recomienda comer 3 o 4 horas antes de un partido, consumir carbohidratos durante un partido y, para la recuperación rápida, consumir carbohidratos y proteínas lo antes posible después de un partido. Todas estas recomendaciones no se pueden cumplir durante el Ramadán (al menos si los partidos se juegan durante el día). La mayoría de los musulmanes cambiarán su frecuencia de comidas a dos comidas más grandes: una antes del amanecer (Suhoor) y la otra justo después del atardecer (Iftar). Por lo tanto, hay un gran cambio en los patrones del consumo de alimentos durante el Ramadán: se pasa de ingerir alimentos (y líquido) en las horas de luz diurna a hacerlo en las horas de la noche. Esto causa varios problemas con la ingesta de energía y la recuperación óptima/rápida (Maughan, Zerguini, Chalabi y Dvorak, 2012).

> Otro desafío es que durante el Ramadán cada día se celebra con una gran comilona al atardecer. Esto significa que (al menos en la cultura musulmana moderna) los alimentos servidos tienen alto contenido de grasa, azúcar y sal; son alimentos que no se consideran parte de la "nutrición saludable" para los deportistas.

> Al parecer, es posible alcanzar la ingesta de energía diaria total durante el Ramadán, pero esta ingesta se logra en gran parte a través de alimentos con mayor energía, una menor variación de la ingesta y un valor nutricional reducido. Por lo tanto, no es sorprendente que se hayan documentado deficiencias nutricionales. Por supuesto que se pueden minimizar los desafíos nutricionales del Ramadán si los alimentos que se ofrecen son más adecuados en cuanto a la distribución de macronutrientes (por ejemplo, carbohidratos, proteína y grasa). Además, se debe servir una amplia variedad de alimentos con alto valor nutricional, que reduzca el riesgo de deficiencias nutricionales.
>
> Los deportistas que ayunan durante el Ramadán tampoco pueden beber agua durante las horas de luz diurna. Especialmente cuando el entrenamiento se realiza en condiciones climáticas calurosas, esto puede provocar deshidratación con posibles efectos negativos en el desempeño. Para una mejor hidratación durante el Ramadán, se recomienda a los deportistas beber agua con frecuencia, en intervalos más cortos, en lugar de una sola cantidad grande. (Zerguini, Kirkendall, Junge y Dvorak (2007) https://bit.ly/2W07HIL)

La mayoría de los estudios se han enfocado en los efectos agudos del ayuno, mientras que el Ramadán puede tener un mayor impacto a largo plazo debido al impacto que tiene en la calidad del entrenamiento y la recuperación y la adaptación después del entrenamiento. Un estudio mostró que la capacidad de resistencia se redujo un 20 %, e incluso dos semanas después esto no se restituyó a la capacidad de ejercicio previa al comienzo del Ramadán (Zerguini, Kirkendall, Junge y Dvorak, 2007). También se vieron afectados muchos otros aspectos del desempeño en el fútbol. Chamari, Haddad, Wong del, Dellal, and Chaouachi (2012) han demostrado que cuando los jugadores de fútbol mantuvieron sus cargas de entrenamiento normales durante el Ramadán, hubo un aumento de lesiones por sobreuso. Por lo tanto, los entrenadores tienden a disminuir la carga de entrenamiento en un intento de evitar esta tasa de lesión más alta. Sin embargo, esto puede disminuir los niveles de aptitud física y puede tener un impacto en el desempeño en el deporte de élite (Chaouachi, Leiper, Souissi, Coutts y Chamari, 2009). Es esencial que se mantenga la carga de entrenamiento para mantener la capacidad de desempeño. En aquellos casos en que se controlaron cuidadosamente el entrenamiento, la dieta, la hidratación y el sueño, parece que los deportistas de alto nivel pudieron mantener el desempeño durante el Ramadán. (Chaouachi, Coutts, et al., 2009; Karli, Guvenc, Aslan, Hazir y

Acikada, 2007; Leiper, Junge, Maughan, Zerguini y Dvorak, 2008; R. J. Maughan, Bartagi, Dvorak y Zerguini, 2008; Reilly & Waterhouse, 2007).

Además, es posible que se requiera planificación y cooperación por parte de los que programan el entrenamiento y los partidos. En los países musulmanes, los cronogramas de entrenamiento y competición generalmente se adaptan al Ramadán y a las necesidades de la capacidad de reabastecimiento y rehidratación. Los jugadores que entrenen en la mañana después del amanecer no podrán reabastecerse o rehidratarse durante muchas horas, mientras que es posible que aquellos que entrenen por la tarde o antes del atardecer no estén adecuadamente alimentados o hidratados. Durante el verano esto podría significar un ayuno de 14 horas. Aún no se ha acordado cuál sería el mejor horario para entrenar a los jugadores de fútbol musulmanes que ayunan durante el Ramadán. En los países donde la mayoría de los jugadores son musulmanes, generalmente se decide programar el entrenamiento al menos 3 o 4 horas después del receso del ayuno. Entrenar en ese momento evitará las restricciones a la dieta y la hidratación antes, durante y después del ejercicio.

Otro factor importante a considerar es la pérdida del sueño, que también puede tener efectos perjudiciales en el desempeño y la recuperación (Zerguini et al., 2007). Las investigaciones ha demostrado que los jugadores de fútbol musulmanes tienen grandes perturbaciones del sueño durante el Ramadán (Zerguini et al., 2007). Es común que el sueño dure menos tiempo y esté más fraccionado y que los jugadores padezcan fatiga durante el día. Se recomienda que los jugadores planifiquen su estilo de vida para mantener un mínimo de 7 horas de sueño e idealmente entre 8 y 9 horas. Es posible que sea importante prestar más atención a la higiene del sueño durante el Ramadán. Los deportistas que tienen el sueño alterado a la noche deberían evitar tomar siestas a horas inadecuadas durante períodos prolongados, ya que esto puede alterar aún más el sueño.

La decisión acerca de ayunar o no ayunar puede recibir críticas y desaprobación por parte de la familia, los amigos y los miembros de la comunidad o los entrenadores que le dan más peso a la religión que al deporte. El ayuno del Ramadán generalmente se practica a partir de los 10 a 12 años. Esto significa que, después de unos años, cada

deportista habrá desarrollado su propio conjunto de creencias, conocimientos y percepciones acerca del impacto del ayuno del Ramadán en el desempeño mental y físico (Farooq, Herrera, Zerguini, Almudahka y Chamari, 2016).

Se ha informado que algunos jugadores de fútbol de la liga profesional observan el ayuno del Ramadán durante el entrenamiento y durante los partidos. Otros observan el ayuno del Ramadán en los días de entrenamiento, pero no en los días de partido. Sin embargo, la decisión de un jugador de observar el ayuno del Ramadán en menor o mayor medida ha despertado preocupación en los directivos y el cuerpo técnico. Los ejemplos recientes incluyen un jugador de la selección iraní que fue excluido del plantel de la selección porque decidió interrumpir su ayuno. Otro ejemplo es de tres jugadores musulmanes de un club de fútbol alemán que recibieron advertencias por no haber informado al entrenador sobre su decisión de ayunar.

Especialmente en las regiones de mayoría musulmana, muchos jugadores generalmente elegirán ayunar todos los días debido al apoyo social y la cultura. En los entornos en donde puede haber solo un par de jugadores musulmanes en el equipo, a veces es más difícil manejar las necesidades del jugador musulmán. (Zerguini, Kirkendall, Junge y Dvorak (2007) https://bit.ly/2W07HIL)

Recomendaciones principales:

- Cuando los deportistas continúan entrenando y compitiendo mientras ayunan durante el Ramadán, hay que prestar especial atención a sus cargas de entrenamiento, alimentos, ingesta de líquido y hábitos de sueño.
- La monitorización individualizada de los deportistas que están ayunando durante períodos clave del entrenamiento puede ayudar a prevenir la fatiga y la extralimitación, y a reducir el riesgo de enfermedad y lesión consecuentes.

El momento y la intensidad del entrenamiento pueden requerir ajustes para optimizar la respuesta al entrenamiento, además de que entrenar cerca o después del atardecer puede tener ventajas.

- Se debe prestar especial atención a la composición de los alimentos consumidos en Iftar y Suhoor para asegurar el respaldo nutricional máximo a las demandas del entrenamiento y la competición.
- Se debe consumir suficiente líquido después del atardecer y antes del amanecer para asegurar el reemplazo completo de las pérdidas de sudor y para evitar la deshidratación progresiva.
- Cuando el entrenamiento o la competición se programan tarde en el día, los deportistas deben tener cuidado de limitar el agotamiento de glucógeno y las pérdidas de sudor al restringir los niveles de actividad y la exposición a entornos cálidos durante el día.

- Mientras observan la rutina diaria de oración y siguen los cronogramas de entrenamiento y competición, los deportistas deberían asegurarse de dormir la cantidad de horas adecuadas a lo largo del Ramadán.
- Los deportistas que tienen el sueño alterado a la noche deberían evitar tomar siestas a horas inadecuadas durante períodos prolongados, ya que esto dificultará la conciliación posterior del sueño y perturbará el ritmo circadiano normal.
- En los entornos de mayoría no musulmana, especialmente en los deportes de equipo, los entrenadores y los deportistas deberían estar atentos a las necesidades de sus compañeros de equipo que pueden estar ayunando.
- Los organizadores de eventos deberían tener en cuenta las necesidades de ayuno de los deportistas musulmanes al programar las competencias deportivas (Maughan, Zerguini, Chalabi y Dvorak, 2012. https://bit.ly/2CqXpsb)

3.2.2 Nutrición para viajar

Los partidos en lugares alejados generalmente implican viajes en autobús, automóvil, tren o avión. En las competencias internacionales, incluidos los partidos de la copa europea, el viaje puede ser a través de zonas horarias. Tanto los viajes domésticos como los internacionales representan un desafío regular para los jugadores de fútbol. Durante el viaje y en el destino, tanto el jugador, como los administradores del equipo y los proveedores del servicio de comida y bebida tienen un rol en lograr prácticas alimenticias que respalden el desempeño óptimo.

En última instancia, el jugador es responsable de su plan nutricional, pero el equipo de apoyo puede ayudar a asegurar que sea factible, y lo más fácil posible, hacer las elecciones correctas. Al permanecer en hoteles antes y después de los partidos, la gestión de la alimentación al estilo bufé, la higiene personal y la disposición de necesidades de alimentos especiales deberían formar parte de la lista de verificación. Si se cruzan múltiples zonas horarias, el jet lag será otro factor a enfrentar, pero como es menos común en el fútbol cruzar más de 3 zonas horarias (en la mayoría de las regiones), no discutiremos esto en detalle aquí y se remite al lector a una revisión reciente de Halson, Burke, and Pearce (2018). En la Tabla 1, puede encontrar la lista de verificación para viajes.

Lista de verificación para viajes.

1. Confirmar las características y los desafíos únicos del destino: esto incluye las necesidades de vacunas y los riesgos de infección por insectos (por ejemplo, zika, malaria), las características del entorno (altitud, calor, humedad, frío), las disposiciones del servicio de comida y bebida, el suministro de alimento y las costumbres alimenticias locales, los estándares de higiene y la seguridad de los alimentos y el agua, y las normas sobre cuarentena (restricciones de importación de alimentos).
2. Conocer las necesidades especiales de deportistas, entrenadores y staff de apoyo: Esto incluye afecciones médicas e intolerancias a los alimentos (por ejemplo, celiaquía), alergias (necesidad de inyectores de epinefrina y notificación sobre alérgenos en las disposiciones del servicio de comida y bebida) y otros requerimientos de comidas especiales (por ejemplo, menús vegetarianos, kósher). Organizar el servicio de comida y bebida (aerolíneas, hoteles) con bastante anticipación.
3. Considerar las necesidades nutricionales durante los itinerarios de viajes: considerar los medios de transporte, los recesos programados, los cambios en las zonas horarias, los planes para demoras y vuelos cancelados. Integrar un plan de las comidas proporcionadas y las comidas, los bocadillos y los líquidos que son responsabilidad de cada jugador.
4. Considerar la cultura y la disponibilidad de alimentos en el destino: comidas básicas y fuentes de nutrientes esenciales (por ejemplo, proteínas y carbohidratos), alimentos importantes (por ejemplo, frutas, vegetales, alimentos deportivos), necesidades de alimentos especiales (por ejemplo, libres de gluten), estilos de cocina (agregado de grasa o especias), problemas de comunicación (proporcionar una lista de traducción de los artículos comunes). Considerar el riesgo de substancias prohibidas/contaminantes en los alimentos y productos manufacturados (por ejemplo, clembuterol en las carnes).

5. Identificar los estilos del servicio de comida y bebida en el destino del viaje: tomar nota del estilo de alojamiento y el servicio de comida (por ejemplo, habitaciones compartidas, refrigerador en la habitación, departamentos sin servicio de comida, residencias universitarias, restaurantes de hotel o externos, bufé o comidas a la carta, comedores especializados; por ejemplo, la Villa Olímpica). Identificar la disponibilidad de alimentos en los lugares de entrenamiento y competición. Tomar nota del servicio de comidas y la disponibilidad de alimentos, incluido el acceso para aquellos con horas de entrenamiento extendidas u otros compromisos (por ejemplo, pruebas de drogas posteriores al evento). Localizar los supermercados y las tiendas de alimentos frescos para suplementar el servicio de comida y bebida organizado. Llevar suministros de alimentos adicionales (alimentos esenciales o artículos faltantes) con el equipo si esto está permitido o es práctico. Compartir los planes alimenticios y los desafíos con el equipo, si es posible, antes de partir.
6. Establecer protocolos del equipo/grupo sobre higiene y comportamiento con los alimentos: esto incluye el uso de desinfectantes de manos, conducta con respecto a la comida servida personalmente o las áreas de bocadillos (por ejemplo, mezcladores, woks, utensilios de cocina), política sobre el alimento en las habitaciones, ingesta de alcohol, protocolos de limpieza para las botellas de bebidas.
7. Realizar un reconocimiento al llegar para finalizar el plan: llevar a cabo una inspección visual de las áreas de servicio de comidas y bebidas de acuerdo con el riesgo percibido (cocinas, servidores de alimentos y áreas de limpieza, almacenamiento y manejo de alimentos, certificados de seguridad de los alimentos, incluida la autenticidad de los productos). Actualizar el plan de higiene del equipo si es necesario

Fuente: de Halson et al. (2018)

Aun si el viaje no implica cruzar múltiples zonas horarias, los deportistas pueden sufrir fatiga debido a las interrupciones del sueño habitual, las rutinas de entrenamiento y la comida mientras están en la ruta (Halson et al., 2018). Los detalles exactos del itinerario del viaje determinarán las oportunidades para optimizar el tipo y el momento de la comida durante el viaje. Hasta los viajes de recorridos cortos pueden causar una mala alimentación. Es muy común que los equipos (especialmente a nivel junior) se dirijan a algún lugar y se detengan en el camino a comer en estaciones de servicio en donde las opciones de alimentos generalmente son limitadas y poco convenientes. Esto se puede evitar si se planifica y se llevan alimentos para consumir en el viaje. Al viajar en autobús, los suministros de alimentos deben estar a mano en contenedores adecuadamente refrigerados. También debe haber un plan para evitar el

problema de "comer por aburrimiento" y es importante pensar en el nivel apropiado de accesibilidad a los alimentos.

Los deportistas que experimentan mareos al viajar (por el movimiento) con síntomas de náuseas, vómitos, sudor frío y cefalea, deberían consultar al médico. Algunos medicamentos causan somnolencia y algunos productos de venta libre pueden contener sustancias prohibidas. Se recomienda a los jugadores evitar comidas copiosas antes del viaje y durante el viaje.

Es posible que los deportistas deban llevar bocadillos adecuados (barras, fruta fresca y seca, nueces) para suplementar su ingesta, especialmente si tienen mayores requerimientos de energía. Deben poder acceder con facilidad a los suministros; por ejemplo, pueden encontrar los alimentos en el equipaje de mano en lugar de en los compartimentos superiores cuando necesiten acceder a ellos, pero con cuidado de no alentar innecesariamente la práctica de "comer por aburrimiento" (Halson et al., 2018). Debido a las limitaciones de seguridad internacionales sobre líquidos, las bebidas generalmente se deben comprar/obtener una vez que se pasa la aduana. Al hacer viajes internacionales, los alimentos del país de origen y el alimento de la aerolínea deben dejarse a bordo o declararse en la aduana para evitar su confiscación o multas elevadas.

La sequedad del aire de la cabina aumenta las pérdidas insensibles de líquido. Los jugadores deberían tener una cantidad adecuada de líquido disponible para permanecer bien hidratados. No hay necesidad de beber grandes cantidades y, por supuesto, debe evitarse la sobrehidratación, ya que esta podría aumentar la necesidad de ir al baño e interrumpir el sueño. Durante un largo tiempo, las aerolíneas recomendaron evitar la cafeína debido a su efecto diurético. Este efecto se ha exagerado y tiene mínimos efectos en la producción de orina en los consumidores habituales (Armstrong, 2006; Killer, Blannin y Jeukendrup, 2014). Además, el té, el café y las bebidas cola forman parte de las ingestas diarias de los deportistas, evitarlas de manera repentina durante un vuelo puede llevar a una ingesta reducida de líquido, un mal estadio de hidratación y cefaleas debido a la abstinencia de la cafeína (Halson et al., 2018). En los viajes en avión, se ha informado un aumento en la incidencia de enfermedades (incluidas infecciones del tracto respiratorio superior y enfermedades infecciosas y del tracto gastrointestinal), especialmente cuando el viaje atraviesa zonas horarias. Probablemente esto se debe a una combinación del aire seco y la exposición a patógenos (porque generalmente hay muchas personas en un espacio confinado) y a que, con frecuencia, se viaja en un estado de fatiga posterior al ejercicio. En otra parte de este curso, se han analizado los efectos de la nutrición en la función inmune y las formas de minimizar las posibilidades de infección.

La higiene de los alimentos siempre merece mucha atención, especialmente al viajar a países en donde son más probables las infecciones. También es importante notar que viajar a ciertos países puede no solo aumentar el riesgo de enfermedad sino también el riesgo de hallazgos analíticos adversos (Guddat et al., 2012). Los hallazgos más recientes de contaminación de alimentos con clenbuterol fueron en China y México, donde, en la Copa Mundial Sub-17 de la FIFA en 2011, se encontró clenbuterol en un total de 109 de las 208 muestras de orina (Thevis et al., 2013). Este riesgo está extendido actualmente debido al creciente volumen de partidos y viajes de pretemporada a estas áreas. Se deberían dar recomendaciones a todos los jugadores ya que también deben tener cuidado los que planean vacaciones a las áreas afectadas. Se debe capacitar a los jugadores y al staff sobre muchos de los puntos analizados anteriormente. Esto ayudará a los jugadores a elegir los alimentos correctos, especialmente en los entornos de estilo de bufé, en donde generalmente también es posible elegir mal los alimentos.

Conclusiones

El manejo adecuado de los problemas con respecto al jet lag, la higiene y el servicio de comida y bebida puede respaldar las metas del deportista al viajar. Se recomienda planificar cuidadosamente el consumo de alimentos con mucha anticipación, tomando en consideración la logística y los problemas prácticos. El manejo de los alimentos, el agua y la higiene personal puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollar enfermedades infecciosas. También se recomienda capacitar a las personas sobre el servicio de comida y bebida, incluida la conducta adecuada en las comidas de estilo bufé también para asegurar que los suministros de alimento y agua sean accesibles, aptos, seguros y bien utilizados.

3.2.3 Calambres musculares asociados con el ejercicio (CMAE)

Los calambres musculares son comunes en el fútbol, especialmente hacia el final de un partido en condiciones climáticas calurosas y en el tiempo adicional. Los calambres musculares asociados con el ejercicio (CMAE) pueden tener un efecto profundo en el desempeño y también aumentar el riesgo de lesión. Un calambre muscular se define como una contracción involuntaria, intensa y dolorosa del músculo, y generalmente está acompañado por un nudo palpable del músculo. Las contracciones de los calambres están asociadas con impulsos repetitivos de potenciales de acción de una unidad motora. Los calambres musculares generalmente tienen un inicio rápido o abrupto y con

frecuencia ocurren durante contracciones isométricas cuando se acorta el músculo. El alivio de la contracción muscular de un músculo acalambrado puede venir del estiramiento (alargamiento) del músculo, pero este alivio no es instantáneo. Pueden pasar varios segundos antes de que el músculo comience a relajarse y varios minutos hasta que el músculo vuelva a relajarse completamente. Durante horas o días después de un calambre muscular intenso, el músculo puede estar blando y dolorido, lo que sugiere que la contracción fue tan potente que causó una lesión local.

Todavía hay mucho debate sobre lo que realmente causa los calambres. Esto se debe en parte a que es muy difícil estudiar los calambres, su aparición es altamente impredecible, lo cual hace que sea muy difícil estudiarlos en condiciones de laboratorio controladas. Sin embargo, algunos estudios han intentado inducir los calambres y tenemos que extrapolar de esos estudios lo que sucederá en una cancha de fútbol. La mayoría de los estudios han usado alguna forma de estimulación eléctrica de un músculo hasta que provocar el calambre muscular.

Los calambres musculares se describieron por primera vez en mineros que trabajaban en condiciones climáticas extremadamente calurosas y húmedas. El término "calambre por calor" data de la década de 1880, usado para describir los fuertes calambres musculares en hombres que sudaban intensamente, ya que trabajaban bajo tierra para extraer oro y plata de Comstock Lode en Nevada. En estas minas, consideradas las más calurosas del mundo, los hombres comúnmente trabajaban en temperaturas ambiente húmedas de 38 a 51 ºC.

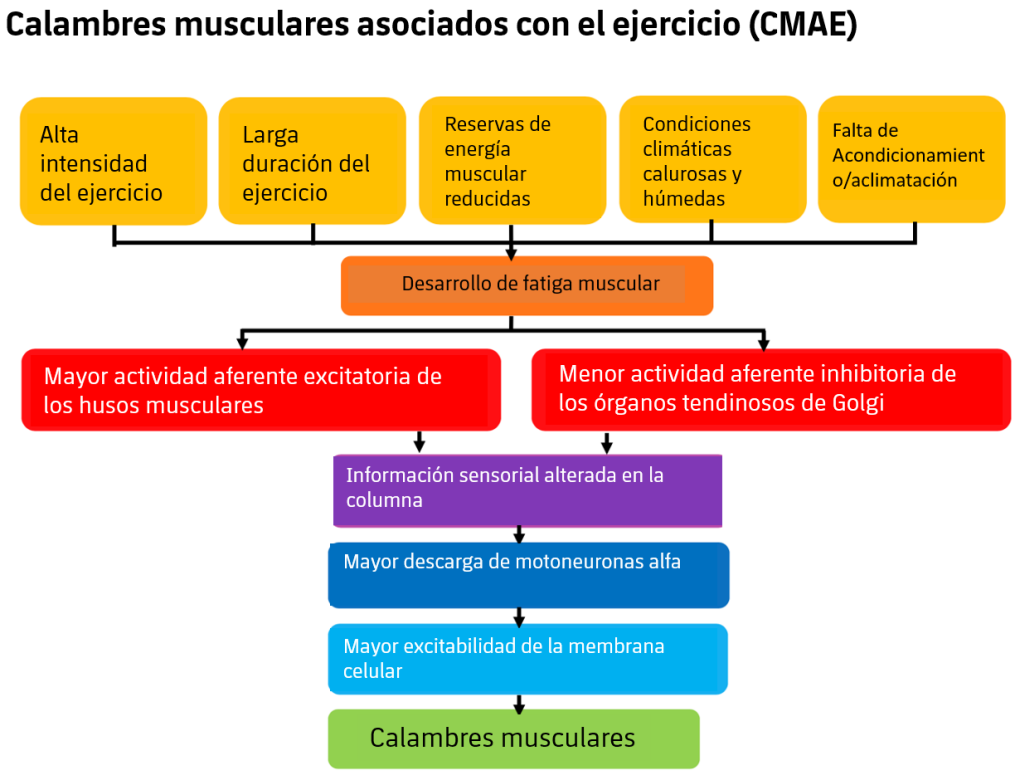
Los calambres rápidamente se vincularon a la deshidratación y desequilibrios electrolíticos, pero esta idea ha sido cuestionada recientemente. Esto no significa que la deshidratación y los desequilibrios electrolíticos no puedan tener un rol en el desarrollo los calambres, ya que es evidente que se dan más calambres en los eventos de larga duración en condiciones climáticas calurosas, cuando las pérdidas de sudor y electrolitos son altas. Sin embargo, parece que la verdadera causa de los CMAE probablemente sea neurogénica. "Si bien está generalmente aceptado que los calambres tienen una naturaleza neurogénica, su origen todavía es objeto de debate (Layzer, 1994; Miller y Layzer, 2005). Una hipótesis es que los calambres se producen por la hiperexcitabilidad de las motoneuronas. Generalmente, esto se conoce como la hipótesis del origen central". (Minetto y cols., 2013, https://bit.ly/2MerWhv)

La otra hipótesis es que los calambres se producen por descargas espontáneas de los nervios motores o la excitación anormal de las ramas terminales de los axones motores (hipótesis periférica). Ambas teorías están respaldadas por muchas pruebas.

Cuando un nervio periférico estaba bloqueado, era más difícil inducir los calambres musculares y la duración de estos era mucho más breve (Minetto, Holobar, Botter, Ravenni y Farina, 2011). Esto demuestra claramente que el bucle espinal tiene un rol. Esto no significa que los calambres no se pueden inducir lejos de un bloqueo nervioso.

Schwellnus (2009) and Schwellnus, Derman, and Noakes (1997) propuso que la alteración del control neuromuscular causaba los CMAE. Esto se basó en la observación de que la susceptibilidad a sufrir calambres se elevaba notoriamente cuando el músculo estaba fatigado. Se sugirió que la fatiga producía alteraciones en el control neuromuscular: aumento de información aferente excitatoria y disminución de información aferente inhibitoria a las motoneuronas, lo que produce una actividad neuronal constante. Esta hipótesis está en línea con los hallazgos en laboratorio acerca de que la fatiga, la contracción muscular o la estimulación muscular pueden cambiar la información sináptica aferente a las motoneuronas, lo cual produce una descarga de calambre, que a su vez puede amplificarse por el mayor impulso motor supraespinal o la mayor información neuromodulatoria a las motoneuronas (Minetto, Holobar, Botter y Farina, 2013).

Figura 6: Ilustración esquemática de la teoría de control neuromuscular alterado de los calambres musculares asociados con el ejercicio (CMAE)



Fuente: Jeukendrup A, mysportscience.

Hay otro grupo que sugiere que un déficit de sodio en todo el organismo, con factores y mecanismos contribuyentes marcadamente diferentes, también puede generar calambres por calor provocados por el ejercicio (Bergeron, 1996, 2003, 2007). "La teoría del desequilibrio electrolítico/deshidratación sugiere que los CMAE están relacionados con la menor concentración de electrolitos en la sangre, especialmente sodio, producto de una sudoración excesiva" (American College of Sports, Armstrong, et al., 2007).

Para nosotros, estas discusiones son menos relevantes desde un punto de vista práctico. Es posible que se debata, acerca de qué teoría es más probable o más importante pero esta es una discusión teórica. Desde un punto de vista práctico, si conocemos una cantidad de factores que contribuyen a la fatiga y estamos de acuerdo con esos factores, debemos basar nuestras recomendaciones en estos factores. La siguiente lista presenta varios factores que se han asociado con un riesgo aumentado de CMAE. Esta lista incluye la deshidratación y las pérdidas de sodio. Por lo tanto, para prevenir los calambres, tenemos que abordar estas cuestiones, independientemente de los mecanismos exactos de los calambres. Con esto dicho, se estima que es necesaria una pérdida del 20 al 30 % de la reserva de sodio, inducida por la sudoración, para causar calambres musculares severos (Bergeron, 1996, 2003) y es altamente improbable que esto suceda durante los 90 minutos (o incluso120 minutos) del partido.

Factores que aumentan el riesgo de CMAE

Ejercicio
- fatiga (central, periférica)
- intensidad (competición)
- duración
- longitud del músculo
- entorno (temperatura ambiente, humedad relativa)
- estadio de hidratación
- pérdida de sudor
- pérdida de minerales
- isquemia muscular

Individuales
- historial de calambres
- lesión/daño muscular reciente
- estado físico
- medicamentos (por ejemplo, estatinas)
- desajustes agonísticos

Nutrición
- glucógeno muscular bajo
- deshidratación crónica

- deficiencias de minerales

Enfermedades

- drepanocitosis por esfuerzo
- diabetes
- disfunción paratiroidea

Fuente: (Bergeron, 1996, 2003)

3.2.4 Prevención y tratamiento de los calambres musculares

Existe una extensa lista de remedios para los calambres musculares que incluyen algunos que están respaldados por pruebas y algunos que no. Muchos son nutricionales, por lo que el objetivo de esta unidad es discutir las pruebas que respaldan algunos de estos remedios nutricionales que se han propuesto.

Remedios para los calambres musculares (que pueden funcionar... *en algunas personas, algunas veces*...)

- realizar estiramientos
- mantener la hidratación
- mantener el nivel de sales
- mantenerse fresco
- solución salina endovenosa
- potasio
- magnesio
- calcio
- jugo de encurtidos
- mostaza
- kimchi
- vinagre de manzana
- quinina
- masajes
- pellizcar el labio superior
- enfriamiento muscular
- estimulación eléctrica (piel, músculo, tendón)
- ortesis
- almohadas analgésicas
- barra de jabón debajo de las sábanas
- medicamentos (por ejemplo, sedantes, anticonvulsionantes, bloqueadores de canales de Na/Ca)

Fuente: (Bergeron, 1996, 2003)

Líquido y electrolitos

Los primeros estudios en mineros, que trabajaban en condiciones climáticas extremadamente calurosas y con frecuencia mostraban calambres musculares, sugirieron que el calor, el esfuerzo y el agotamiento de sales provocaban los calambres. También se sugirió que beber agua causaba el problema. Mayormente, esta sugerencia se basaba en la medición de sodio y cloro en la orina. En algunos casos, ni siquiera se podía detectar el cloro en la orina, lo cual generó la teoría de que faltaba sal en el organismo, lo que, a su vez, se debe haber relacionado con lo que se llamó "calambres por calor". Hay algunos excelentes informes más antiguos que recomendaríamos leer (Marriott, 1947; Moss, 1922). También hay muchas pruebas anecdóticas de que el ejercicio prolongado en condiciones de calor extremo generalmente está asociado con la aparición de calambres musculares.

> Informe de caso sobre un jugador de tenis de 17 años con clasificación a nivel nacional. La evaluación en la cancha y el análisis de un registro alimentario de tres días reveló que su tasa de sudor era muy alta (2,5 l/h) y sus pérdidas potenciales de sodio por el sudor en la cancha (89,8 mmol/h) podían exceder fácilmente su promedio diario de ingesta de sodio (87,0 a 174,0 mmol/día). Se sugirió que los efectos combinados de pérdidas de líquido y sodio excesivas y repetidas probablemente predispusieron los calambres por calor durante el juego. El tenista finalmente pudo eliminar los calambres por calor durante la competición y el entrenamiento al aumentar su ingesta alimentaria diaria de sodio. (Bergeron, 1996, https://bit.ly/2RvzGBm)

Hay muchos informes de casos similares, pero desafortunadamente no muchas investigaciones controladas para respaldar las afirmaciones. Un estudio con 72 corredores que participaban en una carrera en ruta de ultradistancia reveló que la deshidratación y la alteración del equilibrio electrolítico en el suero no estaban asociados con CMAE. Por el contrario, el CMAE era más predominante en los corredores de resistencia que competían a un ritmo más veloz. Esto sugiere que el ejercicio a una intensidad alta es un factor de riesgo para los CMAE (Schwellnus, Nicol, Laubscher y Noakes, 2004).

Maughan (1986) observó a 82 corredores antes y después de una maratón y descubrió que las concentraciones de electrolitos en el suero, incluidos el sodio y el potasio, no eran diferentes entre los que sufrían calambres y los que no los padecían tanto, antes y después de la carrera. Al parecer, es posible que la deshidratación y las pérdidas de sal no sean las causas principales de los CMAE, pero aun así contribuyen con la

fatiga, y la fatiga es un factor importante en los CMAE. Esto también significa que beber y evitar la deshidratación es importante para reducir la fatiga y, de este modo, reducir las probabilidades de calambres musculares.

Jugo de encurtidos

El jugo de encurtidos ha recibido bastante atención y es popular especialmente en los Estados Unidos. Se cree que los encurtidos se remontan al año 2030 a.C. Los viajeros conservaban pepinos en la India. Se necesitan tres ingredientes principales para hacer encurtidos: pepinos, sal y agua; los pepinos se fermentan por la bacteria lactobacilo, que se puede encontrar en la piel del pepino. Estas bacterias probióticas se suelen eliminar durante el procesamiento comercial y, en cambio, se agrega ácido acético (vinagre). Entonces, actualmente los encurtidos se hacen con agua, sal y vinagre. Después de varias semanas de curado, los pepinos se transforman en encurtidos y están listos para comerlos. El jugo es lo que queda una vez que se retiran los pepinos.

Curiosamente, un artículo publicado sugirió que los calambres musculares podrían resolverse en un minuto y medio si se tomaba jugo de encurtidos (1 ml/kg) (Miller, Mack, et al., 2010). La recuperación fue 36 % más rápida que después de beber agua simple, y 45 % más rápida que después de no consumir líquido alguno (Miller, Mack, et al., 2010). Los efectos del jugo de encurtidos no se deben a su alta concentración de electrolitos, como a veces se afirma. De hecho, son necesarios aproximadamente 30 minutos para que incluso volúmenes pequeños de jugo de encurtidos salgan del estómago (Miller, Mack y Knight, 2009). Por lo tanto, los niveles de electrolitos en la sangre no aumentarían lo suficientemente rápido como para explicar el alivio de los calambres. Sin embargo, el ácido acético del jugo de encurtidos tiene un sabor desagradable y se recomienda para estimular químicamente un reflejo en la parte posterior de la garganta. Más abajo, discutiremos el mecanismo cuando veamos los activadores de canales de receptores de potencial transitorio (TRP). Se ha demostrado que el reflejo provocado por el jugo disminuye la actividad en las motoneuronas alfa, lo cual causa relajación muscular. Incluso si no se lo traga, el jugo de encurtidos provocará el reflejo, lo cual, se afirma, alivia los calambres en menos de 3 o 4 minutos (Miller, Stone, Huxel y Edwards, 2010). Claro que es posible que otras sustancias de sabor tóxico puedan tener efectos similares en los calambres musculares asociados con el ejercicio.

Magnesio

Un tratamiento potencial que ya se está comercializando para prevenir calambres musculares es la suplementación con magnesio. El magnesio

es un mineral habitual en nuestras dietas y los suplementos orales adicionales de este mineral están disponibles en Internet o en tiendas de alimentos saludables y farmacias (generalmente en forma de píldoras o polvos para disolver en agua).

Se supone que la suplementación a largo plazo con magnesio reduce el riesgo de calambres musculares. Esto sugiere que la suplementación podría restituir un nivel de magnesio normal en las personas que sufren calambres. También implica que, si el nivel de magnesio es adecuado, no se podrían esperar efectos de la suplementación. En una revisión de Cochrane, se identificaron siete ensayos (cinco paralelos, dos cruzados) con un total de 406 individuos y 118 participantes cruzados, que funcionaron como sus propios controles. El magnesio se comparó con el placebo en seis ensayos y con ningún tratamiento en un ensayo. (Garrison, Allan, Sekhon, Musini y Khan, 2012).

> El porcentaje de individuos que experimentaron una reducción del 25 % o más en la tasa de calambres con respecto a la base de referencia no fue diferente, aunque sí fue un 8 % más baja en el grupo de magnesio (95 % CI - 28 % a 12 %, pruebas de calidad moderada). De la misma manera, no se encontró diferencia significativa estadística alguna a las cuatro semanas en las mediciones de la intensidad de calambres (pruebas de calidad moderada) o la duración de los calambres (pruebas de baja calidad). Por lo tanto, los autores llegaron a la conclusión de que es poco probable que la suplementación con magnesio proporcione una profilaxis para los calambres clínicamente significativa. Esta conclusión se limita a los calambres de la musculatura esquelética ya que no hay estudios disponibles en deportistas. (Garrison y cols. 2012, https://bit.ly/2T5mBvD)

Quinina

Existen algunas pruebas para afirmar que la quinina (de 200 a 500 mg por día) puede reducir la cantidad de calambres musculares y que reduce la intensidad de los calambres. Sin embargo, las pruebas se consideran de calidad baja a moderada (El-Tawil et al., 2015). Las pruebas provenientes de ensayos únicos sugieren que la teofilina combinada con la quinina mejora los calambres más que la quinina sola. No hay pruebas para evaluar la dosis o la duración óptimas del tratamiento con quinina. Si la quinina funciona, es probable que el mecanismo sea muy similar al del jugo de encurtidos.

Como los eventos graves no son habituales, se requieren estudios en poblaciones grandes para fundamentar la incidencia de manera más

precisa. En algunos países, la prescripción de quinina está seriamente restringida debido a los supuestos efectos secundarios. (El-Tawil et al., 2015, https://bit.ly/2RCoiDR)

Activadores de canal de TRP

El revestimiento de nuestro tracto gastrointestinal está recubierto de varios sensores que perciben el sabor, la temperatura y otros aspectos de los alimentos que ingerimos. Los canales de receptores de potencial transitorio (TRP) son una gran familia de receptores que perciben varias señales incluida la temperatura y los químicos, y envían información sobre ellas al sistema nervioso central. La activación de distintos canales produce diferentes respuestas fisiológicas. Se han identificado alrededor de 30 canales de TRP, en 7 subfamilias, que comparten cierta similitud estructural entre sí. Por ejemplo, el TRP vanilloide 1 (TRPV1) se abre en respuesta a la temperatura alta (>42 ºC) y la capsaicina, un compuesto que provoca sensaciones de calor/picor. La TRP ankirina 1 (TRPA1) se abre en respuesta al jengibre y el cinamaldehído, que evoca el sabor de la canela. Los canales TRPV1 y TRPA1 se expresan en los revestimientos mucosos de la boca, la orofaringe, el esófago y el estómago, y en los nervios espinales.

La teoría es que el fuerte estímulo sensorial excitatorio puede provocar depresión generalizada de la información neuronal eferente. Dado el rol de los canales de TRP en la transducción sensorial, la estimulación potente de canales de TRP tiene el potencial para disminuir la función neuronal eferente, incluida la de las motoneuronas alfa que inervan la musculatura esquelética. Dada la expresión generalizada de los canales de TRP en la boca y en el tracto digestivo, los agonistas de los canales de TRP administrados por vía oral pueden disminuir la excitabilidad de las motoneuronas alfa.

En un estudio (Craighead et al., 2017), se observó que la ingesta de activadores de canales de TRP mejoraba de manera positiva varios aspectos relacionados con los calambres en un modelo de calambre isométrico. Esto incluyó mejor tolerancia a las contracciones musculares (mayor tiempo y producción de fuerza) antes de que se indujera el calambre, una disminución en la relación de la intensidad EMG durante el calambre, y una disminución en las calificaciones subjetivas de molestia muscular después del cese de los calambres. El activador del canal de TRP usado en este estudio fue una mezcla comercialmente disponible diseñada para provocar muchos canales de TRP

> que incluye extractos de las especias orgánicas capsaicina, jengibre, canela, jugo de lima concentrado y sal. (Craighead y cols., 2017, https://bit.ly/2Fyf7xV)

Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con precaución. Prácticamente, no cabe duda de que los calambres tienen un origen neurogénico. Tampoco cabe duda acerca de que los canales de TRP tienen un rol importante en la percepción de varios aspectos de la nutrición. Sin embargo, esto no significa que una solución con mal sabor pueda evitar o tratar los calambres musculares. Es una teoría interesante que necesita pruebas rigurosas y más investigación, pero hasta ahora las pruebas son limitadas, en el mejor de los casos. Un problema evidente con estos estudios es que es imposible disimular el producto de sabor desagradable y nunca hay una comparación con un placebo verdadero. Claro que si esto realmente funcionara sería como morderse el labio superior. Realmente no haría nada con respecto a lo que causa el problema, solo proporcionaría cierto alivio temporal.

Referencias

American College of Sports, M., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W. y Roberts, W. O. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc, 39*(3), 556-572. doi:10.1249/MSS.0b013e31802fa199

American College of Sports, M., Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. y Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc, 39*(2), 377-390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597

Armstrong, L. E. (2006). Nutritional strategies for football: counteracting heat, cold, high altitude, and jet lag. *J Sports Sci, 24*(7), 723-740. doi:10.1080/02640410500482891

Bar-Or, O. (2001). Nutritional considerations for the child athlete. *Can J Appl Physiol,* (26 Suppl), S186-191.

Bergeron, M. F. (1996). Heat cramps during tennis: a case report. *Int J Sport Nutr, 6*(1), 62-68.

Bergeron, M. F. (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport, 6*(1), 19-27.

Bergeron, M. F. (2007). Exertional heat cramps: recovery and return to play. *J Sport Rehabil, 16*(3), 190-196.

Boisseau, N. y Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Med, 30*(6), 405-422. doi:10.2165/00007256-200030060-00003

Boisseau, N., Vermorel, M., Rance, M., Duche, P. y Patureau-Mirand, P. (2007). Protein requirements in male adolescent soccer players. *Eur J Appl Physiol, 100*(1), 27-33. doi:10.1007/s00421-007-0400-4

Chamari, K., Haddad, M., Wong del, P., Dellal, A. y Chaouachi, A. (2012). Injury rates in professional soccer players during Ramadan. *J Sports Sci, 30*(Suppl 1), S93-102. doi:10.1080/02640414.2012.696674

Chaouachi, A., Coutts, A. J., Chamari, K., Wong del, P., Chaouachi, M., Chtara, M.,... Amri, M. (2009). Effect of Ramadan intermittent fasting on aerobic and anaerobic performance and perception of fatigue in male elite judo athletes. *J Strength Cond Res, 23*(9), 2702-2709. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bc17fc

Chaouachi, A., Leiper, J. B., Souissi, N., Coutts, A. J. y Chamari, K. (2009). Effects of Ramadan intermittent fasting on sports performance and training: a review. *Int J Sports Physiol Perform, 4*(4), 419-434.

Craig, W. J. (2009). Health effects of vegan diets. *Am J Clin Nutr, 89*(5), 1627S-1633S. doi:10.3945/ajcn.2009.26736N

Craighead, D. H., Shank, S. W., Gottschall, J. S., Passe, D. H., Murray, B., Alexander, L. M. y Kenney, W. L. (2017). Ingestion of transient receptor

potential channel agonists attenuates exercise-induced muscle cramps. *Muscle Nerve, 56*(3), 379-385. doi:10.1002/mus.25611

Davey, G. K., Spencer, E. A., Appleby, P. N., Allen, N. E., Knox, K. H. y Key, T. J. (2003). EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr, 6*(3), 259-269. doi:10.1079/PHN2002430

El-Tawil, S., Al Musa, T., Valli, H., Lunn, M. P., Brassington, R., El-Tawil, T. y Weber, M. (2015). Quinine for muscle cramps. *Cochrane Database Syst Rev*(4), CD005044. doi:10.1002/14651858.CD005044.pub3

Falk, B. y Dotan (2011). Temperature regulation and the elite young athlete. In N. Armstrong y A. M. McManus (Eds.), *The Elite Young Athlete*: Karger.

Falk, B. y Dotan, R. (2008). Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. *Appl Physiol Nutr Metab, 33*(2), 420-427. doi:10.1139/H07-185

Farooq, A., Herrera, C. P., Zerguini, Y., Almudahka, F. y Chamari, K. (2016). Knowledge, beliefs and attitudes of Muslim footballers towards Ramadan fasting during the London 2012 Olympics: a cross-sectional study. *BMJ Open, 6*(9), e012848. doi:10.1136/bmjopen-2016-012848

Garrison, S. R., Allan, G. M., Sekhon, R. K., Musini, V. M. y Khan, K. M. (2012). Magnesium for skeletal muscle cramps. *Cochrane Database Syst Rev*(9), CD009402. doi:10.1002/14651858.CD009402.pub2

Guddat, S., Fussholler, G., Geyer, H., Thomas, A., Braun, H., Haenelt, N.,... Schanzer, W. (2012). Clenbuterol - regional food contamination a possible source for inadvertent doping in sports. *Drug Test Anal, 4*(6), 534-538. doi:10.1002/dta.1330

Halson, S. L., Burke, L. M. y Pearce, J. (2018). Nutrition for Travel- from Jetlag to Catering. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, , 1-24. doi:10.1123/ijsnem.2018-0278

Houltham, S. D. y Rowlands, D. S. (2014). A snapshot of nitrogen balance in endurance-trained women. *Appl Physiol Nutr Metab, 39*(2), 219-225. doi:10.1139/apnm-2013-0182

Hunt, J. R. (2002). Moving toward a plant-based diet: are iron and zinc at risk? *Nutr Rev, 60*(5 Pt 1), 127-134.

Inbar, O., Morris, N., Epstein, Y. y Gass, G. (2004). Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp Physiol, 89*(6), 691-700. doi:10.1113/expphysiol.2004.027979

Jeukendrup, A. y Cronin, L. (2011). Nutrition and elite young athletes. *Med Sport Sci, 56*, 47-58. doi:10.1159/000320630

Jeukendrup, A. E. (2017). Women are better fat burners than men. Retrieved from http://www.mysportscience.com/single-post/2017/10/10/Women-are-better-fat-burners-than-men

Jeukendrup, A. E. y Gleeson, M. (2018). *Sport Nutrition: an introduction to energy production and performance* (3rd ed.). Champaign, US: Human Kinetics.

Karli, U., Guvenc, A., Aslan, A., Hazir, T. y Acikada, C. (2007). Influence of Ramadan Fasting on Anaerobic Performance and Recovery Following Short time High Intensity Exercise. *J Sports Sci Med, 6*(4), 490-497.
Killer, S. C., Blannin, A. K. y Jeukendrup, A. E. (2014). No evidence of dehydration with moderate daily coffee intake: a counterbalanced cross-over study in a free-living population. *PLoS One, 9*(1), e84154. doi:10.1371/journal.pone.0084154
Krahenbuhl, G. S. y Williams, T. J. (1992). Running economy: changes with age during childhood and adolescence. *Med Sci Sports Exerc, 24*(4), 462-466.
Layzer, R. B. (1994). The origin of muscle fasciculations and cramps. *Muscle Nerve, 17*(11), 1243-1249. doi:10.1002/mus.880171102
Leiper, J. B., Junge, A., Maughan, R. J., Zerguini, Y. y Dvorak, J. (2008). Alteration of subjective feelings in football players undertaking their usual training and match schedule during the Ramadan fast. *J Sports Sci, 26*(Suppl 3), S55-69. doi:10.1080/02640410802538176
Lynch, H., Johnston, C. y Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients, 10*(12). doi:10.3390/nu10121841
Marriott, H. L. (1947). Water and salt depletion. *Br Med J, 1*(4493), 245
Maughan, R. J. (1986). Exercise-induced muscle cramp: a prospective biochemical study in marathon runners. *J Sports Sci, 4*, 31-34.
Maughan, R. J., Bartagi, Z., Dvorak, J. y Zerguini, Y. (2008). Dietary intake and body composition of football players during the holy month of Ramadan. *J Sports Sci,* 26(Suppl 3), S29-38. doi:10.1080/02640410802409675
Maughan, R. J., Zerguini, Y., Chalabi, H. y Dvorak, J. (2012). Achieving optimum sports performance during Ramadan: some practical recommendations. *J Sports Sci, 30*(Suppl 1), S109-117. doi:10.1080/02640414.2012.696205
Meyer, F., O'Connor, H., Shirreffs, S. M. e International Association of Athletics, F. (2007). Nutrition for the young athlete. *J Sports Sci, 25*(Suppl 1), S73-82. doi:10.1080/02640410701607338
Miller, K. C., Mack, G. y Knight, K. L. (2009). Electrolyte and Plasma Changes After Ingestion of Pickle Juice, Water, and a Common Carbohydrate-Electrolyte Solution. *J Athl Training, 44*(5), 454-461.
Miller, K. C., Mack, G. W., Knight, K. L., Hopkins, J. T., Draper, D. O., Fields, P. J. y Hunter, I. (2010). Reflex inhibition of electrically induced muscle cramps in hypohydrated humans. *Med Sci Sports Exerc, 42*(5), 953-961. doi:10.1249/MSS.0b013e3181c0647e
Miller, K. C., Stone, M. S., Huxel, K. C. y Edwards, J. E. (2010). Exercise-associated muscle cramps: causes, treatment, and prevention. *Sports Health, 2*(4), 279-283. doi:10.1177/1941738109357299
Miller, T. M. y Layzer, R. B. (2005). Muscle cramps. *Muscle Nerve, 32*(4), 431-442. doi:10.1002/mus.20341

Minetto, M. A., Holobar, A., Botter, A. y Farina, D. (2013). Origin and development of muscle cramps. *Exerc Sport Sci Rev, 41*(1), 3-10. doi:10.1097/JES.0b013e3182724817
Minetto, M. A., Holobar, A., Botter, A., Ravenni, R. y Farina, D. (2011). Mechanisms of cramp contractions: peripheral or central generation? *J Physiol, 589*(Pt 23), 5759-5773. doi:10.1113/jphysiol.2011.212332
Moss, K. N. (1922). Some effects of high air temperatures and muscular exertion upon colliers. *Proc Roy Soc*, (95), 181-200.
Nieper, A. (2005). Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes. *Br J Sports Med, 39*(9), 645-649. doi:10.1136/bjsm.2004.015842
Reilly, T. y Waterhouse, J. (2007). Altered sleep-wake cycles and food intake: the Ramadan model. *Physiol Behav, 90*(2-3), 219-228. doi:10.1016/j.physbeh.2006.09.004
Riddell, M. C., Jamnik, V. K., Iscoe, K. E., Timmons, B. W. y Gledhill, N. (2008). Fat oxidation rate and the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation decreases with pubertal status in young male subjects. *J Appl Physiol (1985), 105*(2), 742-748. doi:10.1152/japplphysiol.01256.2007
Rivera-Brown, A. M., Gutierrez, R., Gutierrez, J. C., Frontera, W. R. y Bar-Or, O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J Appl Physiol (1985), 86*(1), 78-84. doi:10.1152/jappl.1999.86.1.78
Rogerson, D. (2017). Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr, 14*, 36. doi:10.1186/s12970-017-0192-9
Schwellnus, M. P. (2009). Cause of exercise associated muscle cramps (EAMC)--altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion? *Br J Sports Med, 43*(6), 401-408. doi:10.1136/bjsm.2008.050401
Schwellnus, M. P., Derman, E. W. y Noakes, T. D. (1997). Aetiology of skeletal muscle 'cramps' during exercise: a novel hypothesis. *J Sports Sci, 15*(3), 277-285. doi:10.1080/026404197367281
Schwellnus, M. P., Nicol, J., Laubscher, R. y Noakes, T. D. (2004). Serum electrolyte concentrations and hydration status are not associated with exercise associated muscle cramping (EAMC) in distance runners. *Br J Sports Med, 38*(4), 488-492. doi:10.1136/bjsm.2003.007021
Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A. y Phillips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol (1985), 107*(3), 987-992. doi:10.1152/japplphysiol.00076.2009
Tarnopolsky, M. A., Atkinson, S. A., Phillips, S. M. y MacDougall, J. D. (1995). Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol (1985), 78*(4), 1360-1368. doi:10.1152/jappl.1995.78.4.1360
Thevis, M., Geyer, L., Geyer, H., Guddat, S., Dvorak, J., Butch, A.,... Schanzer, W. (2013). Adverse analytical findings with clenbuterol among U-17 soccer players attributed to food contamination issues. *Drug Test Anal, 5*(5), 372-376. doi:10.1002/dta.1471

van Vliet, S., Burd, N. A. y van Loon, L. J. (2015). The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *J Nutr, 145*(9), 1981-1991. doi:10.3945/jn.114.204305

Venables, M. C., Achten, J. y Jeukendrup, A. E. (2005). Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J Appl Physiol, 98*(1), 160-167.

Waldmann, A., Koschizke, J. W., Leitzmann, C. y Hahn, A. (2004). Dietary iron intake and iron status of German female vegans: results of the German vegan study. *Ann Nutr Metab, 48*(2), 103-108. doi:10.1159/000077045

Wallis, G. A., Dawson, R., Achten, J., Webber, J. y Jeukendrup, A. E. (2006). Metabolic response to carbohydrate ingestion during exercise in males and females. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 290*(4), E708-715. doi:10.1152/ajpendo.00357.2005

Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Macdonald, M. J., Macdonald, J. R., Armstrong, D. y Phillips, S. M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr, 85*(4), 1031-1040. doi:10.1093/ajcn/85.4.1031

Witard, O. (2018). What is the best protein source for building muscle? Retrieved from http://www.mysportscience.com/single-post/2017/11/03/What-is-the-best-protein-source-for-building-muscle

Witard, O. C., Wardle, S. L., Macnaughton, L. S., Hodgson, A. B. y Tipton, K. D. (2016). Protein Considerations for Optimising Skeletal Muscle Mass in Healthy Young and Older Adults. *Nutrients, 8*(4), 181. doi:10.3390/nu8040181

Woolf, K., Hahn, N. L., Christensen, M. M., Carlson-Phillips, A. y Hansen, C. M. (2017). Nutrition Assessment of B-Vitamins in Highly Active and Sedentary Women. *Nutrients, 9*(4). doi:10.3390/nu9040329

Zerguini, Y., Kirkendall, D., Junge, A. y Dvorak, J. (2007). Impact of Ramadan on physical performance in professional soccer players. *Br J Sports Med, 41*(6), 398-400. doi:10.1136/bjsm.2006.032037