

Monograph

Actividad Física en el Calor: Termorregulación e Hidratación en America Latina

R. Maughan, Luis F Aragón Vargas, A Rivera-Brown, Flavia Meyer, T L de Barros, P R García, Juan Manuel Sarmiento, F Arroyo, R Javornik y V K Matsudo

RESUMEN

En América Latina, es frecuente encontrar recomendaciones y pautas que han sido desarrolladas en los Estados Unidos de América o en Europa. A menudo se cuestiona que tan aplicables son estas recomendaciones en nuestra región del mundo. Consciente de esta necesidad, el Gatorade Sports Science Institute reunió un grupo de científicos y clínicos latinoamericanos, además de otros expertos reconocidos mundialmente, para discutir la evidencia científica actualizada sobre el tema "Actividad física en el calor: Termorregulación e Hidratación". Este documento es el fruto de ese Simposio de dos días. Se sugiere al lector interesado que algunas de las excelentes revisiones recientes sobre este tema (3, 4, 35, 55,89).

Palabras Clave: termorregulación, hidratación, ejercicio, calor

INTRODUCCION

La actividad física, sea o no estructurada, se ha convertido en un aspecto muy importante de la vida. Hoy en día se reconoce ampliamente que la inactividad física (sedentarismo) es un factor de riesgo para las enfermedades crónicas y una amenaza a la calidad de vida (12, 24,65). Millones de personas alrededor del mundo se ejercitan con regularidad para mejorar su salud, y millones más participan en deportes organizados. En América Latina, gran parte de esta actividad física se lleva a cabo en condiciones de calor y humedad, lo cual implica retos especiales para el cuerpo humano.

La gente que se ejercita en el calor enfrenta problemas potenciales como los males por calor y la disminución del rendimiento. Durante la actividad física, los músculos generan gran cantidad de calor que debe disiparse hacia el ambiente o, de lo contrario, ocurrirá un aumento en la temperatura central del cuerpo. Esta producción de calor por parte de los músculos es proporcional a la intensidad del trabajo, por lo cual tanto las actividades de corta duración y alta intensidad (como las carreras recreativas de 5 o 10 Km.), como las de mayor duración y menor intensidad (e.g., carreras de maratón) representan un riesgo. Los practicantes de deportes como el fútbol, con muchas carreras cortas repetidas en un tiempo prolongado, podrían estar especialmente en riesgo.

La sudoración es una respuesta fisiológica que intenta limitar el aumento en la temperatura central, colocando agua en la piel para su evaporación. Sin embargo, si esta pérdida de líquido no se compensa con ingesta de fluidos, habrá un deterioro en la regulación de la temperatura, el Rendimiento, y posiblemente la salud. El desafío, por lo tanto, es doble: disipar el exceso de calor hacia el ambiente de manera efectiva, y evitar llegar a un estado de hipohidratación.

Consecuencias del Estrés por Calor y la Deshidratación

La combinación de la actividad física con el estrés por calor representa un reto considerable para el sistema cardiovascular humano. Además, siempre que las pérdidas de líquidos por sudoración sean más rápidas que la reposición de fluidos, el individuo está en un proceso de deshidratación. La hipohidratación perjudica muchas variables fisiológicas durante el ejercicio. La consecuencia directa de la hipohidratación combinada con el estrés por calor es un rendimiento físico disminuido, como resultado de la incapacidad del sistema cardiovascular de mantener el mismo gasto cardíaco (31). Esta caída es consecuencia de la disminución en el volumen latido, debido a un menor volumen sanguíneo y un menor llenado ventricular, de tal magnitud que no pueden compensarse por el aumento en la frecuencia cardíaca (18). También existe una relación lineal directa entre el nivel de hipohidratación y la temperatura corporal, ya que la hipohidratación perjudica la función termorreguladora, lo cual hace que el ejercicio en el calor sea aún más difícil (19).

La hipohidratación tiene un impacto progresivamente negativo sobre el rendimiento en ejercicio, aun a niveles tan bajos como el 1% (3, 20), 2% (7) o 3% (83) del peso corporal. Pareciera que el estrés por calor ambiental no solo juega un papel importante "per se" (84), sino que además acentúa la reducción en la potencia aeróbica máxima, lo que ocurre por la hipohidratación. Además, el tiempo del ejercicio hasta la fatiga a intensidades submáximas es más corto al ejercitarse en el calor. Es más frecuente que haya una influencia negativa de la hipohidratación sobre los esfuerzos aeróbicos prolongados que sobre las tareas anaeróbicas de corta duración (7). Existen pocos estudios acerca de los efectos de la hidratación sobre la potencia anaeróbica, la fuerza muscular, la velocidad, la coordinación y la agilidad, y sus resultados son ambiguos.

El efecto negativo de la hipohidratación sobre la función termorreguladora aumenta el riesgo de agotamiento por calor y golpe de calor, dos problemas relacionados con el impacto térmico (4, 34, 41). El golpe de calor es una condición muy seria que podría ser fatal (16), por lo tanto, debe ser atendida inmediatamente por personal médico, cuya meta primordial será bajar la temperatura central del sujeto (69,91). También se han relacionado algunas complicaciones en la función renal con la hipohidratación, y las temperaturas del núcleo corporal durante el ejercicio en el calor (44, 45, 86, 91, 95, 97, 100). Finalmente, un problema bastante común son los llamados calambres por calor o "calambres musculares ligados al ejercicio" (CMLE) (46, 50, 96). Estas "contracciones involuntarias, dolorosas y espasmódicas del músculo esquelético, que ocurren durante o inmediatamente después del ejercicio muscular" (87), están frecuentemente asociadas con la sudoración profusa durante el ejercicio en el calor, pero la evidencia científica que respalda la hipótesis de una relación directa entre hipohidratación y CMLE es muy limitada.

Este tema amerita más investigación.

Efectos del Ambiente sobre la Termorregulación

Ya se mencionó antes que la producción corporal de calor durante la actividad física está directamente relacionada con la intensidad del ejercicio. La capacidad de disipar este calor depende de transferencia de calor desde el núcleo del cuerpo a la piel, de la vestimenta, y del estrés por calor ambiental. El estrés por calor ambiental a que se somete un individuo es una función de la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa, y la radiación solar. Existe una medida práctica combinada del estrés por calor ambiental, el índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT por sus siglas en inglés) (26, 105). El Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, ACSM) ha establecido pautas para corredores de larga distancia quienes visten pantalónetas, camiseta y zapatos de carrera, en términos del riesgo de problemas por calor: si el WBGT es mayor a 28°C existe un riesgo muy alto; cuando el WBGT está entre 23°C y 28°C el riesgo es alto. Un índice WBGT de 18-23°C indica un riesgo moderado, y si WBGT < 18°C, el riesgo es bajo (4). El riesgo de problemas por calor también se ve aumentando cuando el WBGT alcanza valores extraordinarios altos, comparados con el clima normal donde la gente se ha estado ejercitando.

Hay un número considerable de países latinoamericanos ubicados en la región tropical. Aunque la altitud puede marcar grandes diferencias (e.g., las ciudades de México y Bogotá son más frescas), el trópico se caracteriza por mantener niveles de humedad y temperatura relativamente altos y constantes la mayor parte del año. No es extraño encontrar valores de WBGT mayores a 28°C, especialmente al nivel del mar.

Existe evidencia preliminar que indica que los habitantes de las regiones tropicales tienen una mayor tolerancia al estrés por calor ambiental, posiblemente por su nivel de aclimatación crónica al calor (78,80). Sin embargo, mientras no se publique información más completa acerca de la tolerancia al estrés por el calor ambiental en personas aclimatadas al calor en forma crónica, se deben seguir las pautas del ACSM.

La aclimatación al calor es el conjunto de adaptaciones que le permiten a una persona tolerar mayor estrés por calor ambiental. Estas incluyen un aumento en la capacidad de sudoración, un sudor más diluido, y una capacidad aumentada de mantener altas tasas de sudoración durante el ejercicio prolongado (54, 88).

Todas estas adaptaciones ayudan a reducir la acumulación de calor, permitiendo un tiempo más prolongado de ejercicio y

un menor riesgo de problemas por calor. Los individuos aclimatados deben prestarle más atención a la hidratación, debido a su mayor tasa de sudoración.

La aclimatación al calor ocurre como resultado normal de exposición a la actividad física en el calor. Cuando los atletas o las personas físicamente activas se trasladan a regiones más calurosas, se puede inducir la aclimatación mediante la exposición progresiva al calor. Al inicio del proceso de aclimatación, la duración e intensidad de las sesiones de ejercicio deben ser más bajas de lo acostumbrado. Luego se pueden aumentar en forma gradual día a día conforme mejora la tolerancia al calor. Se pueden observar adaptaciones significativas en el término de 7-14 días de exposición al calor (54).

Si bien es cierto que la exposición al calor durante el ejercicio es muy importante para la aclimatación, también es cierto que una mejor aptitud física aeróbica "per se", le permite a las personas disipar mejor la carga térmica del ejercicio. Esto se debe primordialmente a una expansión del volumen sanguíneo y una mejoría en la capacidad de sudoración (63). La cantidad de ejercicio necesario para mejorar la aptitud aeróbica es mayor que lo recomendado para obtener beneficios relacionados con la salud. La frecuencia debe ser de 3 a 5 días por semanas, con una duración de cada sesión de entre 20 y 60 minutos, a una intensidad de ejercicio del 55/65 % y hasta el 90 % de la frecuencia cardíaca máxima (6).

Todas las personas, aclimatadas o no, deben prestarle atención a las condiciones climáticas y realizar los ajustes apropiados, siempre que el estrés por calor ambiental este por encima de lo normal. Las sesiones de entrada en calor antes del entrenamiento o la competición deben ser más cortas y menos intensas, para evitar que la temperatura central suba innecesariamente. La estrategia de competición o de entrenamiento debe ser de menor intensidad y duración, además de incluir descansos más largos y frecuentes, para disminuir la producción de calor. A menudo, es posible encontrar áreas más frescas, a la sombra o con viento, para las sesiones de entrada en calor, los recesos, los períodos de recuperación y las siestas, lo cual ayuda a mantener la temperatura corporal más baja y a prevenir la deshidratación.

En oposición a las recomendaciones anteriores, es común en América Latina el observar individuos que se ejercitan utilizando trajes o accesorios plásticos para promover la sudoración, con la creencia de que ello producirá la pérdida de grasas. Los plásticos crean un microclima alrededor del individuo donde la humedad es muy alta y la evaporación del sudor es prácticamente imposible, limitando seriamente la disipación del calor. La temperatura central del cuerpo aumenta rápidamente, la sudoración profusa produce una deshidratación rápida, y sobreviene la fatiga. Este procedimiento no solo es inútil para facilitar la pérdida de grasas, sino que además atenta contra la termorregulación y promueve los problemas por calor.

Si bien es cierto que las personas se pueden adaptar a los retos fisiológicos de la actividad física y el estrés por calor mediante el aumento progresivo de su nivel de actividad y exposición al mismo, no existe evidencia que muestre que es posible adaptarse a la hipohidratación. De hecho, la hipohidratación limita las ventajas de la aclimatación. El ejercitarse sin beber líquidos podrá ser de muy "macho" y fortalecer la voluntad, pero le hace un daño serio al cuerpo.

El Proceso de Hidratación

La gente físicamente activa logra mantener la euhidratación, esto es, un nivel de hidratación normal y equilibrada, solo si ingiere suficiente fluidos antes, durante, y después de la actividad física. La capacidad de compensar las pérdidas de fluidos mediante la reposición está limitada por las tasas máximas de ingesta, vaciamiento gástrico, y absorción intestinal. Bajo condiciones de calor y humedad, la tasa de sudoración puede rebasar estos límites fácilmente (67).

Desde hace varias décadas se sabe que cuando las personas se ejercitan y sudan, no reemplazan todo líquido perdido por sudoración (72, 81, 94), aun teniendo acceso ilimitado al líquido. Es se llama deshidratación voluntaria, y ocurre en los niños no aclimatados (10, 11,102), en los niños aclimatados (80), y en los adultos (14, 33, 91).

La ingesta espontánea de líquido está influenciada por información sensorial variada, tal como el olor, sabor, temperatura, color, y calidad subjetiva de la bebida. Solo algunos de estos factores han sido estudiados sistemáticamente, principalmente la temperatura y el sabor del líquido. Se han hecho estudios con distintos fluidos que demuestran que la ingesta voluntaria es máxima cuando los líquidos están frescos, a saber, a una temperatura entre 15 y 20°C (3, 13, 98). La gente prefiere las bebidas levemente saborizadas al agua simple, pero los sabores naturales fuertes como la cerveza, la leche y las bebidas gaseosas no son muy aceptables durante el ejercicio (38).

El consumo voluntario de una bebida deportiva bien formulada es mayor que el agua simple, en parte debido a la palatabilidad (sabor) de las bebidas deportivas (37, 98, 102). La temperatura, dulzura, intensidad de sabor, sensación bucal, acidez y sabor residual de bebida son características que influyen la palatabilidad, y por lo tanto, promueven o frenan el consumo de líquido durante la actividad física. Una serie de estudios con jóvenes ejercitándose en el calor demostró que la ingesta voluntaria de una bebida con sabor fue suficientemente alta para mantener la euhidratación aun, cuando las tasas de sudoración fueron elevadas (78, 102, 103).

Una vez que se ha ingerido el líquido, primero tiene que vaciarse del estómago. El vaciamiento gástrico depende de varios factores. La naturaleza exponencial de la curva de vaciamiento indica que el volumen del contenido estomacal tiene una importancia crucial en el control de la tasa de vaciamiento. Entonces, el vaciado se puede promover manteniendo un volumen grande de líquido en el estómago, (66, 75), aunque no todos los individuos toleran bien la presencia de grandes volúmenes en el estómago, y se sabe que muchos jugadores de fútbol prefieren evitarla. Esta tolerancia es entrenable, permitiéndole al individuo manejar volúmenes mayores gracias a la práctica.

Los líquidos con mayor contenido energético tienen tasas más lentas de vaciamiento gástrico. Este patrón es el mismo durante el ejercicio que el que se observa en reposo (39, 40, 59, 62, 68, 101). El efecto negativo de un alto contenido energético sobre la tasa de vaciamiento gástrico es mucho mayor que el efecto de una alta osmolaridad. El ejercicio de alta intensidad puede retardar o aun detener el vaciado gástrico, pero el ejercicio intensidades alrededor de 70 a 75 % $\text{VO}_2\text{máx}$ tiene poco o ningún efecto sobre la tasa de vaciamiento gástrico (36, 48, 59, 71, 74). La hipohidratación severa combinada con la hipertermia y el ejercicio intenso retarda el vaciado gástrico y aumenta el riesgo de malestar gastrointestinal (73, 82).

El tercer proceso limitante de la tasa de hidratación es absorción intestinal de fluidos. La osmolaridad y el flujo de solutos son los dos factores principales que gobiernan el transporte neto de agua en el intestino delgado (28, 29, 90). Aquellas soluciones claramente hipertónicas con respecto al plasma humano producen menor absorción y mayor secreción de agua, mientras que las soluciones hipotónicas promueven la absorción neta de agua. La absorción intestinal de agua puede mejorarse añadiendo carbohidratos a una solución de reposición de fluidos (29, 60, 75, 90). El uso de sustratos múltiples (carbohidratos) estimula varios mecanismos distintos de absorción de solutos, produciendo una mayor absorción de agua que las soluciones que contienen solamente un sustrato (90). La cantidad y el tipo adecuados de carbohidratos estimulan dramáticamente la absorción de líquido y electrolitos en el intestino delgado, aun en bebidas ligeramente hipertónicas.

La hidratación adecuada antes de la actividad física es esencial para proteger todas las funciones fisiológicas. Un déficit de líquido antes del ejercicio es potencialmente perjudicial para la termorregulación, y produce un mayor estrés cardiovascular durante la sesión de ejercicio (3, 8, 64, 83). La ingesta de 250 a 600 mL de fluidos, al menos dos horas antes del ejercicio, ayuda a garantizar que se inicia con un nivel adecuado de hidratación, y además da tiempo suficiente para eliminar cualquier exceso de líquido por medio de la orina.

No existe suficiente evidencia que respalde a la hiperhidratación preiva al ejercicio como medio para mejorar el rendimiento deportivo (49, 77). La hiperhidratación es muy difícil de lograr debido a que la expansión del volumen plasmático produce hipotonicidad y aumenta la diuresis. Hay una buena posibilidad de que los protocolos de hiperhidratación estén simplemente permitiendo que los sujetos con hipohidratación crónica alcancen un nivel normal de hidratación. Aun esto que sería un logro fisiológico claramente positivo, si bien es cierto sería irrelevante para sujetos euhydratados, si sería muy importante en América Latina donde las influencias culturales podrían promover la hipohidratación crónica.

Durante la actividad física, la meta de la ingesta de fluidos debería ser compensar la pérdida de líquido por sudoración o, cuando las tasas de sudoración son demasiado altas, el reponer tanto fluido como sea posible. Esto se logra tomando pequeñas cantidades (125 a 500 mL de fluido) con regularidad, más o menos cada 15 minutos. La cantidad y la frecuencia deben ajustarse conforme a la tasa de sudoración y a la tolerancia de fluido de cada persona. La pérdida de líquido durante una sesión de ejercicio se puede calcular pesando a la persona desnuda y seca, antes y después del ejercicio: 100 gr de peso perdido representan aproximadamente 100 mL de sudor.

El restablecimiento del equilibrio de agua y electrolitos es una parte esencial del proceso de recuperación después de un ejercicio que produce pérdida de fluidos por sudor. La rehidratación adecuada después de una sesión de ejercicios se convierte en euhydratación antes de próxima sesión. Debido a la producción constante de orina, las personas estarán en equilibrio neto de fluidos negativos durante todo el periodo de recuperación. A menos que el volumen ingerido sea mayor que la pérdida. Cuando se manipula la concentración de sodio del líquido ingerido (0, 25, 50 ó 100 mmol/L), y se ingieren volúmenes de fluido equivalentes a 1.5 veces la pérdida por sudoración, la producción de orina es inversamente proporcional a la concentración de sodio del fluido ingerido. Para una rehidratación efectiva, las bebidas y los alimentos deberían reponer no solo el volumen de líquido sino los electrolitos perdidos por sudoración: esto significa que la ingesta de sodio debería ser moderadamente alta (quizás 50-60 mmol Na^+ /L de fluido), y también debería haber algo de potasio. Para equilibrar este requisito con la palatabilidad de la bebida, parte del sodio puede ingerirse en los alimentos. Para contrarrestar la pérdida obligatoria continua de orina, el volumen consumido deberá ser mayor (al menos un 50 % mas) que el volumen de sudor perdido (51, 52, 53, 68, 92, 93).

Utilización de Bebidas Deportivas

El agua es un fluido ampliamente disponible para la hidratación. Si bien es cierto que la ingesta de agua puede ayudar a

contrarrestar muchos problemas de la deshidratación, las investigaciones realizadas en las últimas cinco décadas han confirmado, una y otra vez, que la gente físicamente activa puede beneficiarse de la ingesta de una mezcla adecuada de líquidos, carbohidratos, y electrolitos. Los beneficios son proporcionales a la necesidad de fluido, energía y minerales de cada individuo. Para ser fisiológicamente eficaz, la fórmula de la bebida debe evitar (o al menos reducir al mínimo) las limitaciones impuestas por la ingesta voluntaria, el vaciamiento gástrico, y la absorción intestinal, al mismo tiempo que suministre fluido, carbohidratos y electrolitos en suficiente cantidad y con la suficiente rapidez como para provocar respuestas fisiológicas positivas que además beneficien el rendimiento (3, 17, 30, 32, 47, 60, 85).

La eficacia de una bebida deportiva está determinada, en gran medida, por la cantidad y el tipo de carbohidratos correctos. Además de conferirle el nivel de dulzura que mejora la palatabilidad, los carbohidratos juegan otros papeles importantes. Si se usan los carbohidratos apropiados en la cantidad correcta, el efecto sobre el vaciamiento gástrico es mínimo pero se estimula dramáticamente la absorción de agua y electrolitos en el intestino delgado, tal como se mencionó anteriormente. La glucosa que proveen las bebidas deportivas ingresa a las células musculares activas, ayudando a mantener una tasa alta de oxidación de carbohidratos, lo cual puede mejorar el rendimiento deportivo. Las bebidas deportivas deben tener una mezcla de carbohidratos (e.g., una combinación de sacarosa, glucosa y fructosa) con una concentración de alrededor de 60-70 gr/L (61).

Los electrolitos juegan un papel clave al mantener la ingesta de fluidos y promover la hidratación. La ingesta de fluidos durante la actividad física se puede promover ingiriendo una pequeña cantidad de cloruro de sodio. La absorción de sal hacia el flujo sanguíneo proviene de la caída temprana de la osmolaridad del plasma por debajo del umbral de la sed, de manera que ayuda a mantener el deseo de beber. Después de la actividad física, es indispensable la reposición del sodio y el cloruro que se perdieron en el sudor para una rehidratación rápida y completa. Por estas razones, las bebidas deportivas deben tener por lo menos 100 mg de sodio por cada porción de 250 mL.

Al presente, no existe evidencia científica convincente que justifique la inclusión de otros ingredientes en las bebidas deportivas. Se ha propuesto el glicerol, la cafeína, algunos aminoácidos, muchos metabolitos (i.e., piruvato y lactato), y varias vitaminas y minerales como candidatos. A pesar de que se han publicado reportes de supuestos beneficios, no existe consenso científico de que la eficacia de las bebidas deportivas mejoraría con su incorporación.

Grupos de Poblaciones Especiales

Las pautas de ejercicio e hidratación para la actividad física en el calor están dirigidas, por lo general, a adultos activos. La pregunta de si estas pautas son aplicables a niños, adultos mayores, y mujeres embarazadas, sanos, es importante, ya que estos grupos pueden ejercitarse tanto como los adultos, y representan un gran segmento de la población de América Latina. La gente con enfermedades crónicas comunes como hipertensión, diabetes mellitus y enfermedades coronarias se puede beneficiar de la actividad física regular, pero debido a la naturaleza de estas enfermedades, también requieren de consideración especial. Se exhorta a los profesionales de la salud a estudiar las publicaciones científicas sobre ejercicio en poblaciones específicas, citadas más adelante.

Los niños están potencialmente en desventaja termorregulatoria porque tienen una menor tasa de sudoración por unidad de superficie corporal y por glándula sudorípara, y un mayor aumento en la temperatura central conforme se deshidratan (9). A pesar de su menor tasa de sudoración, los niños se pueden deshidratar tanto como los adultos. Cuando hay bebidas deportivas isotónicas y con sabor, disponibles durante el ejercicio prolongado o después de este, la ingesta voluntaria de los niños es más alta (58, 78, 102), aunque existe evidencia preliminar que sugiere que esto podría no ser cierto en niñas aclimatadas al calor (79). Los entrenadores y los padres tienen la responsabilidad de asegurar que haya oportunidades adecuadas para la ingesta de fluidos, así como de ofrecer bebidas con buena palatabilidad y animar a la ingesta de líquido antes, durante, y después del ejercicio. Aproximadamente 1.8 mL/kg cada 15 minutos es suficiente para mantener la euhidratación en un niño sano que se ejercita a intensidad moderada en el calor (57). Debe considerarse una mayor ingesta para niños aclimatados, y para aquellos que viven en el trópico, quienes podrían sufrir de hipohidratación crónica.

En gran medida, la intolerancia al calor de los adultos mayores se debe a su vida sedentaria, la cual perjudica su aptitud física aeróbica y su aclimatación (42). Independientemente del estilo de vida, se ha demostrado que ocurren algunos cambios inevitables con el envejecimiento, como la reducción de flujo sanguíneo a la piel y de la producción de sudor (43). Al guiarlos acerca del ejercicio en el calor, deben tomarse en cuenta su salud general (incluyendo el uso de medicamentos), su aptitud física, y su nivel de aclimatación. Debido a su menor percepción de la sed para un grado determinado de hipohidratación (56), se les debe animar a beber aun si no se sienten sedientos.

Las preocupaciones sobre la termorregulación al ejercitarse durante el embarazo se relacionan con las respuestas tanto de la madre como del feto (15). La temperatura del feto es aproximadamente 0.5°C más alta que la de la madre en reposo, de manera que existe un mayor riesgo de hipertermia del bebé durante el ejercicio. La hipertermia puede dañar el crecimiento y la formación del feto. Después de obtener la aprobación del médico y recibir consejos específicos como ejercicios acuáticos, la mujer embarazada debe evitar la hipohidratación y el ejercitarse en condiciones calurosas, para

mantener su temperatura corporal central por debajo de los 38.5°C (104). La reposición de fluidos puede incluir carbohidratos, ya que la hipoglucemia es otra preocupación porque podría afectar el crecimiento del bebé y la comodidad de la madre.

Por lo tanto los niños, los adultos mayores, y las mujeres embarazadas deben tener cuidado especial para prevenir la hipertermia y la deshidratación. Los procedimientos de hidratación se basan en los mismos principios básicos que los del adulto promedio. No existen razones fisiológicas ni clínicas para contraindicar la utilización de una bebida deportiva normal en estos grupos, ya que su composición no representa sobrecarga alguna para el cuerpo (100 mL de una bebida deportiva característica tiene alrededor de 6 gr de carbohidratos, 46 mg Na⁺, y 13mg K⁺). Esto es alrededor de la mitad de la concentración de carbohidratos en muchas bebidas gaseosas y jugo de frutas, y más o menos la misma cantidad de Na⁺ en 100 mL de leche). Como las bebidas deportivas están claramente rotuladas con su composición, las cantidades se pueden incluir fácilmente en la evaluación nutricional de cada persona. Los estudios futuros podrían indicar si existe una fórmula óptima de bebidas para cada grupo particular.

La hipertensión y la diabetes son dos enfermedades crónicas comunes que producen mucha morbilidad y mortalidad en el mundo. Luego de obtener consejo médico, el tratamiento inicial de estas enfermedades normalmente incluye consejo nutricional y varias modificaciones en el estilo de vida, tales como un aumento de la actividad física regular (1, 23, 25, 76). Básicamente, las mismas recomendaciones para adultos promedio se aplican a los pacientes hipertensos y diabéticos que no presentan complicaciones, existiendo solamente unas pocas precauciones específicas.

La práctica comúnmente aceptada establece que los pacientes hipertensos y diabéticos deben recibir el visto bueno de un médico para realizar ejercicios. Los médicos y nutricionistas deben familiarizarse con el presente documento y otras publicaciones relevantes (2, 5), y deben tomar en cuenta el suministro de carbohidratos y sodio en las bebidas deportivas cuando evalúan la dieta de sus pacientes.

Los pacientes diabéticos no deben ejercitarse en temperaturas extremas debido al potencial de problemas termorregulatorios relacionados con neuropatías autónomas (22, 27). Las respuestas termorreguladoras, incluyendo la sudoración, son a menudo anormales, presentando distintas zonas anhidróticas en el cuerpo (22), y la tolerancia al ejercicio está disminuida. Si el contenido de carbohidratos se balancea cuidadosamente con la dieta normal, los pacientes con diabetes pueden consumir bebidas deportivas para ayudar a mantener los niveles de azúcar en sangre durante el ejercicio - previniendo así la hipoglucemia del ejercicio- y para mantenerse bien hidratados. Las bebidas deportivas tienen un alto índice glucémico, pero normalmente no causan hiperglucemia durante el ejercicio ni contribuyen a ella (99). Es necesario determinar las necesidades de cada individuo con la ayuda de un nutricionista o médico.

Los pacientes hipertensos que utilizan beta-bloqueantes podrían experimentar una reducción en la disipación de calor debido a la disminución del flujo sanguíneo a la piel, así como una respuesta acelerada de la tasa de sudoración que podría empeorar la deshidratación. En estas circunstancias, la reposición de fluidos es especialmente importante (21). Más aún, la terapia diurética puede producir hipokalemia e hipohidratación, pero con una ingesta adecuada de líquidos y suplementación de potasio, el efecto negativo sobre el ejercicio se puede evitar (70). Los pacientes hipertensos que se encuentran bajo dietas de restricción de sodio deben incluir el sodio que suministran las bebidas deportivas en sus cálculos de ingesta total.

Sugerencias para Futuras Investigaciones

Se necesita profundizar más en la investigación de la actividad física en el calor. A continuación se presentan las necesidades específicas que se han identificado para América Latina:

1. ¿Cuál es la incidencia de problemas por calor durante la participación deportiva en Latinoamérica? ¿Cuáles son los límites seguros de WBGT para la actividad física prolongada en personas con aclimatación crónica al calor?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo para los calambres musculares ligados al ejercicio? ¿es posible disminuir la incidencia de calambres manteniendo la euhidratación?
3. ¿Logran los protocolos de hiperhidratación una verdadera hiperhidratación, o simplemente le permiten a los sujetos superar la hipohidratación crónica? ¿Cuáles son los beneficios y efectos secundarios, fisiológicos y de rendimiento, de hiperhidratar a los atletas, antes del ejercicio?
4. En cuanto a las Características sensoriales de las bebidas, se necesita un modelo de análisis multidimensional, que permita sopesar la importancia relativa de los distintos elementos, y que permita también realizar manipulaciones de dosis vs respuesta.
5. ¿Existe un desplazamiento en las preferencias perceptuales (a saber, palatabilidad) durante el ejercicio, relacionado con el nivel de hipohidratación, fatiga general, o fatiga sensorial?
6. Además de la ingesta voluntaria de líquido, se necesita examinar más a fondo algunas preguntas sobre aliestesia y adicción, tanto desde la perspectiva aguda como a largo plazo.

7. ¿Existe una relación entre la ingesta de líquido y el dolor abdominal transitorio asociado al ejercicio (cólico)?.
8. ¿Existe una formulación óptima de bebida deportiva específica para niños, adultos mayores, mujeres embarazadas, o personas con enfermedades crónicas?
9. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la ingesta de bebidas deportivas durante la actividad física en pacientes diabéticos o hipertensos?
10. ¿Existe un efecto negativo de la hipohidratación sobre la aptitud motriz, según se mide con pruebas de velocidad, coordinación, tiempo de reacción, precisión, y agilidad? ¿es este efecto independiente del efecto del calor?

Recomendaciones para Disminuir el Riesgo de Problemas por Calor durante la Actividad Física

Declaración de Consenso del Consejo Asesor en Ciencias y Educación del GSSI para América Latina

La evidencia científica muestra que el ejercicio regular conlleva muchos beneficios para la salud, pero el clima caluroso y húmedo representa un reto para la capacidad del cuerpo de realizar actividades físicas. El rendimiento físico se ve disminuido significativamente, y el riesgo de deshidratación y problemas por calor aumenta. Las condiciones de alto estrés por calor imperan en gran parte de América Latina; por lo tanto, se necesitan estrategias que disminuyan el impacto de estas condiciones sobre las personas físicamente activas y los atletas.

1. Ejercítense con regularidad. La actividad física regular beneficia su salud, y el alcanzar un nivel más alto de aptitud física mejorará su capacidad de tolerar el estrés por calor.
2. Ajústese a su ambiente. Cuando hace calor y está húmedo, el ejercicio se siente más difícil y el rendimiento disminuye. Su actividad física puede ser más cómoda disminuyendo el tiempo y el esfuerzo dedicados a la entrada en calor, y cambiando la estrategia de entrenamiento o de competición para disminuir la intensidad y/o la duración del ejercicio, y para tener descansos más frecuentes y prolongados. Vista ropa floja, liviana y de colores claros, y busque los lugares más frescos a la sombra o con viento. Nunca se ejercite con ropa o accesorios plásticos: ello no ayuda a reducir la grasa corporal, pero sí hace el ejercicio más difícil, y aumenta los problemas relacionados con el calor. Considere evitar completamente la actividad física cuando las condiciones sean excepcionalmente calurosas o húmedas, o ejercítense durante las horas más frescas del día.
3. Préstele suficiente atención a la adaptación al calor. La exposición gradual al calor, con sesiones de ejercicio más cortas y menos intensas, produce adaptaciones que harán que el ejercicio se sienta más fácil y que mejorarán su rendimiento. Una de esas adaptaciones es un mayor ritmo de sudoración, el cual aumenta la necesidad de rehidratación.
4. Manténgase bien hidratado.

El agua es un líquido ampliamente disponible para la rehidratación, pero la gente normalmente no bebe lo suficiente como para reponer las pérdidas por sudoración durante el ejercicio. Las personas beben más cuando se les ofrecen bebidas deportivas bien formuladas, que cuando se les da agua simple. Las bebidas deportivas deben contener carbohidratos como fuente de energía, y electrolitos - especialmente sodio - para una hidratación más efectiva.

La adición de vitaminas y otros elementos a las bebidas deportivas no brindan beneficios adicionales. Al escoger un sabor de su agrado, se facilita el cumplimiento de sus requerimientos de líquidos. Es preferible tomar bebidas ligeramente frías o frescas. Pues saben mejor y estimulan la ingesta de líquido.

Beba suficiente fluidos antes, durante, y después de su actividad física. Beba 1 ó 2 tazas (8-20 onzas, o 250 -600 mL) de fluidos, al menos dos horas antes del ejercicio, para ayudar a garantizar que empiece con un nivel de hidratación adecuado, y para dar tiempo de eliminar cualquier exceso de líquido en la orina. Durante el ejercicio, beba de 1 a 2 tazas cada 15 minutos para equiparar la pérdida por sudor, o una cantidad tan similar como tolerable sin sentirse incomodo. Pruebe con volúmenes mayores, y ajuste las cantidades de fluidos según sus necesidades individuales.

Después de la actividad física, usted deberá beber más de lo que siente que es necesario, porque la sed no es una buena guía bajo estas condiciones. Usted necesita beber más de un litro (cuatro tazas) de fluido por cada kilogramo (2.2 libras) de peso perdido. Debido a la pérdida de sal en el sudor, debe haber suficiente sal (sodio y potasio) en la bebida o los alimentos que usted ingiera en este momento.

5. Los niños, los adultos mayores, y las mujeres embarazadas deben tener cuidado especial para prevenir la deshidratación y los problemas por calor. El riesgo de complicaciones por calor podría ser mayor en los niños que en los adultos: los entrenadores y los padres deben tomar precauciones adicionales para asegurar que haya oportunidades adecuadas de ingestas de fluidos en climas calurosos. Es muy probable que los adultos mayores tengan menores niveles de aptitud aeróbica y una menor sensibilidad a la sed, y deben ser estimulados a beber aún cuando no sientan sed.

Las mujeres embarazadas físicamente activas deben evitar las condiciones excesivamente calurosas, a la vez que deben

tener cuidado de asegurar una ingesta adecuada de fluidos en todo momento

6. Muchas condiciones médicas representan retos específicos a la regulación de la temperatura. El ejercicio es un aspecto beneficioso del tratamiento de muchas condiciones médicas, incluyendo la diabetes, la enfermedad coronaria, y la hipertensión. Puede ser que los médicos vean la necesidad de ajustar las recomendaciones generales de este documento para cumplir con las necesidades de aquellos individuos que están tomando medicamentos.

México D. F., 5 de Febrero de 1999.

Aragón - Vargas L. F., Coordinador del Comité de Consenso y Editor del documento, Gatorade Sports Science Institute y Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Arroyo F., SportMed, Guadalajara, México. de Barros T. L., CEMAFE, Sao Paulo, Brasil, García P. R., Instituto Nacional de Deportes, Caracas, Venezuela. Lentini N., Fisiomed, Buenos Aires, Argentina. Matsudo V. K. R., CELAFISCS, Sao Paulo, Brasil, Maughan R. J., University of Aberdeen, Escocia. Meyer F., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Murray R., Gatorade Exercise Physiology Laboratory, Chicago, U. S. A. Rivera-Brown A., Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio, Salinas, Puerto Rico. Salazar W., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Sarmiento J. M., Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

Anexo

El Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT): Este índice combina mediciones de temperatura del aire (Tbs), humedad (Tbh) y radiación solar (Tg), según la ecuación que utiliza el ACSM (4), modificada de Yaglou & Minard (105):

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ Tbh} + 0.2 \text{ Tg} + 0.1 \text{ Tbs}$$

Como este índice utiliza temperaturas no ventiladas de bulbo húmedo y de globo negro, es decir, el único movimiento de aire alrededor de los termómetros se debe a las condiciones naturales de la velocidad del viento, el índice también incluye una medida indirecta del efecto de enfriamiento del viento.

Cuando la temperatura de globo negro no está disponible, es posible calcular el WBGT conforme a la fórmula de Gagge & Nishi: $\text{WBGT} = (0.567 \text{ Tbs}) + (0.288 \text{ Pa}) + 3.38$, donde Pa es la presión de vapor de agua en Torr (26).

REFERENCIAS

1. No Disponible (1997). The sixth report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation and treatment of high blood pressure. *No Disponible*
2. American College of Sports Medicine (1993). Position Stand: Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc and Fluid Replacement. Med Sci Sports Exerc, 25 (10), I-X*
3. American College of Sports Medicine (1996). ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. *Med Sci Sports Exerc, 28 (1), I-VII*
4. American College of Sports Medicine (1996). Position Stand: Heat and cold illnesses during distance running. *Med Sci Sports Exerc, 28 (12), I-X*
5. American College of Sports Medicine (1997). ACSM and American Diabetes Association Joint Position Statement on Diabetes Mellitus and Exercise. *Med Sci Sports Exerc, 29 (12), I-VI*
6. American College of Sports Medicine (1998). The Recommended Quantity of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc, 30 (6), 975-991*
7. Armstrong LE, Costill DL, & Fink WJ (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med Sci Sports Exerc, 17, 456-461*
8. Armstrong LE, Maresh CM, Gabaree CV, Hoffman JR, Kavouras SA, Kenefick RW, Castellani JW, & Ahlquist LE (1997). Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *J Appl Physiol, 82 (6), 2028-2035*
9. Bar- Or O (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. *Perspectives in Exercise and Sports Medicine: Youth and, Exercise and Sports (vol. 2 pp. 335-367). Indianapolis: Benchmark press Inc*
10. Bar- Or O, Blinkie JA, Hay JD, McDougall JD, Ward D.S, & Wilson WM (1992). Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. *Lancet, 399, 696-699*
11. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rothstein A, & Zonder H (1980). Voluntary hypohydration in 10 to 12-year-old. *J Appl Physiol, 80, 112-117*
12. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (1993). Physical Activity, Fitness, and Health Consensus Statement. *Champaign, IL: Human Kinetics*
13. Boulze D, Montastruc P, & Cabanac M (1983). Water intake, pleasure and water temperature in humans. *Physiological Behavior,*

14. Clapp III JF (1996). Exercise during pregnancy, Bar- Or O, Lamb DR, & Clarkson PM (Editores), perspectives in exercise science and sports medicine: exercise and the female, a life span approach (vol.9 pp. 413-452). . *Carmel, IN. USA: cooper publishing group*
15. Clowes GHA, & o. Donnell TF jr (1974). Heat Stroke. *N Engl J Med*, 291,564-567
16. Coggan AR & Coyle EF (1991). Carbohydrate Ingestion During Prolonged Exercise: Effects On Metabolism And Performance. *Exerc Sport Sci Rev*, 19, 1-40
17. Coyle EF (1998). Cardiovascular Drift During Prolonged Exercise And The Effects Of Dehydration. *Int J Sports Med*, 19, S121-S124
18. Coyle EF, & Montain S (1992). Benefits Of Fluid Replacment With Carbohydrate During Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 24 (9S), S324-S330
19. Ekblom, B., Greenleaf CJ, Greenleaf JE , & Hermansen L (1970). Temperature Regulation During Exercise Dehydration In Man. *Acta Physiologica*, 79, 475-483
20. Eston R, & Conolly D (1996). The Use Of Rating Of Perceived Exertion For Exercise Prescription In Partients Receiving B-Blockertherapy. *Sports Med*, 21 (3), 176-190
21. Fealey R, Low Pa, & Thomas Je (1989). Thermorulatory Sweating Abnormalities In Diabetes Mellitus.. *Mayo Clin Proc*, 64 (6), 617-628
22. Feinglos Mn, & Bethel Ma (1998). Treatment Of Type 2 Diabetes Mellitus. *Med Clim North Am*, 82 (4), 757-790
23. Fletcher Gf, Blady G, Blair Sn, & Blumenthal J. (1996). Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. *Circulation*, 94(4), 857-862
24. Franz MJ (1997). lifestyle modifications for diabetes management. *Endocrinol Metab clim north am*, 26(3), 499-510
25. Gagge, & Nishi Y (1976). Physical indices of the thermal environment. *ASHRAE Journal*, 18, 47-51
26. Giacca A, Shi Z, Marliss EB, Zinman B, & Vranic M (1994). Physical activity. Fitness and type 1 diabetes. Bouchard C, shepherd RJ, Stephens T. *physical activity, fitness and health (pp. 656-668). Human kinetics*
27. Gisolfi CV, Summers RW,& Schedl HP (1990). Intestinal absorption of fluids during rest and exercise, Gisolfi CV, & lamb DR (Editores). *perspectives in exercise science and sports medicine. Fluid homeostasis during exercise (vol. 3pp. 129-180). Carmel, IN: benchmark press*
28. Gisolfi CV, Summers RW, Schedl HP, & Bleiler TL (1992). Intestinal water absorption from select carbohydrate solutions in humans. *J appl Physiol*, 73(5), 2142-2150
29. Greenleaf JE (1992). Problem: thirst, Drinking behavior and involuntary dehydration. *Med sci sports exers*, 24(6), 645-656
30. Geenleaf JE, & Sergeant R (1965). Voluntary dehydration in man. *J Appl physiol*, 20,719-724
31. Hart LE, Egler BP, Shimizu AG, Tandam PJ,& Suttom JR (1980). Exertional heat stroke runners nemesis. *Can Med Assoc J*, 122,1244-1150
32. Horswil. CA (1998). Effective fluid replacement. *Int J Sport Nutr*, 8, 175-195
33. Houmard JA, Egan PC, Chenter TC, & Israel RG (1991). Gastric emptying 1 h of cycling and runing at 75% VO2max. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 320-325
34. Hubbard RW. Sandick BL, Matthew WT,Francesconi RP, Sampson JB, Durkot MJ, maller O, & Engell DB (1984). Voluntary dehydratin and alliesthesia for water. *J Appl Physiol (respirat Environ Exercis Physiol)*, 57,868-875
35. Hubbard RW, Szlyk PC, & Armstron LE (1990). Influence of thirst and fluid palatability on fluid ingestion during exercise. *Gisolfi CV, & Lamb DR (Editores), perspectives in exercise science and sports medi-cine: fluid homeostasis during exercise (vol. 3pp. 39-95)*
36. Hunt JB, & Patthak JD (1960). The osmotic effect of some simple molecules and ions on gastric emptying. 245, 254-269
37. Hunt JB, & Stubbs DF (1975). The volume and energy content of the meals as determinants of gastric emptying. *J Physiol*, 245,209-225
38. Kark JS, Burr PG, Wenger CB, Gastaldo E, & Gardner JW (1996). Exertional heat illness in Marine Corps recruit training. *Aviat Space Environ Med* , (67), 354-360
39. Kenney WL (1997). Thermoregulation at rest and during exercise in healthy older adults. *Exerc sport Sci Rev*, 25, 41-76
40. Kenney WL and Hodgson JI (1987). Heat tolerance, thermoregulation and aging. *Sports Med*, 4, 446-456
41. Kew MC, Abrahams C, & Seftel HC (1970). Choronic interstitial nephristis as a xiconsequence of heat stroke. *Q J Med*, 39,189-199
42. Knochel JP, & Reed G (1987). Clinical Disorders, Fluid and Electrolyte Metabolism. *Kleeman CR, Maxwell MH, & Narin NG (Editors), Disorders of heat regulation (pp. 1197-1232). New York: mc Graw hill*
43. Ladell WSS (1949). Heat cramps. *Lancet*, 836-839
44. Lamb DR, & Brodowicz GR (1986). Optimal use of fluids of varying formulation to minimize exercise-induced disturbances in homeostasis. *Sports ;Med*, 3, 247-274
45. Lambert GP, Chang RT, Joensen D, Shi X, Summers RW, Schedl HP, & Gisolfi CV (1996). Simultaneous determination of gastric emptiing and intestinal absorption during cYcle exercise in humans. *Int J Sports Med* , 17(1), 48-55
46. Latzka WA, Sawka MN, Montin SJ, Skrinar GS, Fielding RA, Matott Rp, & Pandolf KB (1997). Hyperhydration: Thermoregulatory Effects during compensable exercise-heat stress. *J Appl Physiol*, 83 (3), 860-866
47. Liethead CS, & Gunn ER (1964). The aetiology of cane is cutter cramps in British Guiana. *Liege Environmentl Physiology and Psychology in arid Conditions (pp. 13-17). Bélgica: UNESCO*
48. Maughan RJ, JB Leiper , & Shiirreffs SM (1997). Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat. *Br J Sport Med*, 31; 175-182
49. Maughan RJ &Leiper JB (1995). Sodium intake and post-exercise rehydration in man. *Eur J Appl Physiol*, 71 (4), 311-319
50. Maughan RJ, Owen JH, Shirrefs SM, & Leiper JB (1994). Post-exercise rehydration in man: effects of electrolyte addition to ingested fluids. *Eur J Appl Physiol*,69(3), 209-15
51. Maughan RJ, & Shirrefs S (1997). Preparing athletes for competition in the heat:developing an effective acclimatization strategy. *Sports Science Exchange*, 10 (2)

52. Maughan RJ, & Shiffets SM (1998). Dehydration, Rehydration and Exercise in the Heat. *Int J Sports Med*, 19 (supplement 2), S89-S168
53. Meisher E, & Fortney SM (1989). Responses to dehydration and rehydration during heat exposure in young and older men. *Am J Physiol*, 257, R1050-1056
54. Meyer F, & Bar-Or O (1994). Fluid and electrolyte loss during exercise: The pediatric angle. [leading article]. *Sports Med*, 18, 4-9
55. Meyer F, & Bar-Or O, Salsberg A, & Passe D (1994). Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration. *Int J Sport Nutr*, 4,22-35
56. Mudambo KS, Leese GP, & Rennie MJ (1997). Gastric emptying in soldiers during and after field exercise in the heat measured with the (13C) acetate breath test method. *Eur J Appl Physiol*, 75, 109-114
57. Murray R (1987). The effects of consuming carbohydrate electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Med*, 4 (5), 322-351
58. Murray R (1998). Rehydration Strategies-Balancing Substrate, Fluid, and Electrolyte Provision. *Int J Sport Med*, 19, S133-S135
59. Murray R., Bartoli W, Eddy D, & Horn M (1997). Gastric emptying and plasma deuterium accumulation following ingestion of water and two carbohydrate-electrolyte beverages. *Int J Sport Nutr*, 7, 144-153
60. Nadel ER (1988). Temperature Regulation and Prolonged Exercise. Lamb DR, Murray R (Editores) . *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Prolonged Exercise (Vol. 1 pp. 125-151)*. Indianapolis, IN: Benchmark Press, Inc
61. Nadel ER, Fortney SM, & Wergner CB (1980). Effect of hydration state on circulatory and thermal regulations. *J Appl Physiol*, 49, 715-721
62. NIH Consensus Conference Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health (1996). Physical activity and cardiovascular health . *JAMA* 276 (3), 307-313
63. Noakes T, Rehrer N, & Maughan RJ (1999). The importance of volume in regulating gastric emptying. *Med Sci Sports Exerc*, 23 (3), 307-313
64. Noakes TD (1993). Fluid replacement during exercise. *Exerc Sport Sci Rev*, 21,297-330
65. Nose H, Mack GW, Shi X, & Nadel ER (1988). Role of osmolality and plasma volumen during rehydration in humans. *J Appl Physiol*, 65.325-331
66. Orbach P, & Lowenthal (1988). Evaluation and treatment of hypertension in active individuals. *Med Sci Sport Exerc*, 22(6), 790-795
67. Pals KL, Chang RT, Ryan AJ, & Gisolfi CV (1997). Effect of running intensity on intestinal permeability. *J Appl Physiol*, 82, 171-176
68. Pitts GC, Johnson RE, & Consolazio FC (1944). Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *Am J Physiol*, 142,253,259
69. Rehrer NJ, Beckers EJ, Brouns F, Ten Hoor F, & Saris WHM (1990). Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Med Sci Sports Exerc*, 22(6), 790-795
70. Ten Hoor F, & Saris WHM (1990). Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling. *Int J Sports Med*, 11(3), 238-243
71. Rehrer NJ, Wagenmakers AJ, Beckers EJ, Halliday D, Leiper JB, Brouns F, Maughan RJ, Westerterp K, & Saris WH (1992). Gastric emptying, absorption, and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. *J Appl Physiol*, 72(2), 468-75
72. Reisen E (1997). Nonpharmacologic approaches to hypertension. Weight, sodium, alcohol, exercise and tobacco considerations. *Med Clin North Am*, 81(6), 1298-1303
73. Rico-Sanz J, Frontera W, Rivera M, Rivera-Brown A, Mole P, & Meredith C (1986). Effects of hyperhydration on total body water; temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *Int J Sports Med*, 17(2), 85-91
74. Rivera-Brown AM, Gutierrez JC, Frontera WR, & Bar-Or O (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J Appl Physiol*, 88(1), 76-84
75. Rivera-brown AM, Torrez M, Ramirez-Marrero F, & Or O (1999). Drink Composition, voluntary drinking and fluid balance in exercising, training, heat acclimatized girls (abstract) . *Med Sci Sports Exerc*, 31(5 supplement), S92
76. Rodriguez-Santana J, Rivera-Brown A, frontera W, Rivera M, Mayol P, & Bar-or O (1995). Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children. *Am J Hum Biol*, 7, 643_650
77. Rothstein A, Adolph EF, & Wills JH (1947). Voluntary dehydration. *New York: Interscience*
78. Ryan AJ, Lambert GP, Shi X, Chang RT, Sumeers RW, & Gisolfi CV (1998). Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal adsorption during exercise. *J Appl Physiol*, 84(5), 1581-1588
79. Sawka MN (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc*, 24(6), 657-670
80. Sawka MN, & Pandolf KB (1990). Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. *Gisolfi CV, & Lamb DR (Editores), Perspective and thermoregulation. Med Sci Sports medicine: Fluid homeostasis during exercise (Vol. 3pp. 1-38)*
81. Schedl HP, Maughan RJ, & Gisolfi CV (1994). Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ORS). *Proceedings of a roundtable discussion*
82. Schrier RW, Henderson HS, Ticher CC, & Tannen RT (1967). Nephropathy associated with heat stress and exercise. *Ann Intern Med*, 67,356-376
83. Schweltnus MP, Derman EW, & Noakes TD (1997). Aetiology of skeletal muscle cramps during exercise: A novel hypothesis. *J Sports Sci*, 15, 277-285
84. Shapiro Y, Moran D, & Epstein Y (1998). Acclimatization Strategies-Preparing for Exercise in the Heat. *Int J Sports Med*, 19, S161-S163
85. Shi X, Summers R, Scheld H, Flanagan S, Chang R, & Gisolfi C (1995). Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption. *Med, Sci Sports Exerc*, 28(10), 1260-1271

86. Shibolet S, Lancaster MC, & Danon Y (1976). Heat stroke: a review. *Aviat space enviro Med*, 47, 280-301.
87. Shirreffs SM, & Maughan RJ (1998). Volume repletion following exercise-induced volume depletion in man: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol*, 43, F868-875
88. Shirreffs SM, Taylor AJ, Leiper JB, & Maughan RJ (1996). Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and sodium content of ingested fluid. *Med Sci Sports Exerc*, 28(10), 1260-1271
89. Sohar E, Kaly J, & Adar R (1962). The prevention of voluntary dehydration. *India Symp Environ Physiol Psychol Lucknow*, 129-135
90. Sutton JR (1990). Clinical Implications of Fluid Imbalance. *Gisolfi CV, & Lamb DR (Editores), perspectives in exercise science and sports medicine:Fluid homeostasis during exercise (Vol. 3pp. 1-38)*
91. Sutton JR (1990). Clinical Implications of Fluid Imbalance. *Gisolfi CV, & Lamb DR (Editores), perspectives in exercise science and sports medicine:Fluid homeostasis during exercise (Vol. 3pp. 1-38)*
92. Sutton JR, Coleman MJ, Millar AP, Lazarus L, & Ruso P (1972). The medical problems of mass participation in athletics competition. *The City-to Surf Race. Med J Aust*, 2, 127-133
93. Sutton JR, & Sauder DN (1989). Fever and abdominal pain following exercise (abstract). *Med Sci Sports Exerc*, 21, S103
94. Szlyk PC, Sils IV, Francesconi RP, Hubbard RW, & Armstrong LE (1989). Effects of water temperature and flavoring on Voluntary dehydration in men. *Physiol Behav*, 45(3), 439-647
95. Tamis JB, Downs DA, & Colten ME (1996). Effects of a glucose polymer sports drink on blood glucose, insulin and performance in subjects with diabetes. *Diabetes Educ*, 22(5), 471-487
96. Vertel RM, & Knochell JP (1967). Acute renal failure due to heat injury. En analysis of ten cases associated with a high incidence of myoglobinuria. *Am J Med* 43, 435-451
97. Vist GE, & Maughan RJ (1994). Gastric emptying of ingested solutions in man: Effect of beverage glucose concentration. *Med Sci Sports Exerc*, 26(10), 1369-1273
98. Wilk B, & Bar Or-O (1996). Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *J Appl Physiol*, 80(4), 1112-1117
99. Wilk B, Kriemler S, Keller H, & Bar-Or O. (1998). Consistency in preventing voluntary dehydration in boys who drink flavored carbohydrate-NaCl beverage during exercise in the heat. *Int J Sport Nutr*, 8, 1-9
100. Wolfe L, Brenner IKM, & Mottola FM (1994). Maternal exercise, fetal well being and pregnancy outcome. *Exerc Sports Sci Rev*, 2, 145-194
101. Yaglou CP, & Minard D (1957). control of Heat Casualties at Military Training Centers. *Arch Ind Health*, 16, 302-316

Cita Original

Aragon-Vargas LF, Maughan RJ, Rivera-Brown A, Meyer F, Murray R, de Barros TL, García PR; Sarmiento JM, Arroyo F, Javornik R, Matsudo VKR, Salazar W y Lentini N. Actividad Física en el Calor: Termorregulación e Hidratación en América Latina. Resúmenes del Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte, Biosystem, 222-230 (1999)