PubliCE, (PubliCE) 2006

Monograph

Hidratación y Temperatura en el Tenis – Una Revisión Práctica

Mark S Kovacs

RESUMEN

El tenis competitivo característicamente se juega en ambientes calidos y calurosos. Debido a que la hipohidratación puede desmejorar el rendimiento durante el juego e incrementar los riesgos de lesiones provocadas por el calor, el consumo de niveles apropiados de fluidos es necesario para evitar la deshidratación y mejorar el rendimiento. La mayor parte de la investigación en esta área se ha concentrado en actividades aeróbicas continuas, diferentes del tenis, en el cual la duración promedio de los puntos es de diez segundos con períodos de recuperación dispersados entre cada período de trabajo. Por esta razón, los métodos de hidratación y de regulación de la temperatura necesitan ser específicos de la actividad. Los jugadores de tenis pueden tener tasas de sudoración mayores a 2.5 L/h y el reemplazo de fluidos se hace a una tasa más lenta durante los partidos que en la práctica. En las últimas etapas de los partidos y de los torneos es donde los jugadores son más susceptibles a los problemas relacionados con la temperatura y la hidratación. El sodio (Na^+), pero no del potasio (K^+), es electrolito clave relacionado con los calambres musculares en el tenis. Sin embargo, los factores psicológicos y competitivos también contribuyen. Las bebidas a base de CHO han mostrado promover la absorción de fluidos a un mayor grado que el agua sola, pero no se han observado beneficios respecto del rendimiento de los jugadores de tenis en partidos cortos. Es aconsejable consumir bebidas a base de CHO si las prácticas o los partidos van a ser de duraciones mayores a los 90-120 minutos.

Palabras Clave: deshidratación, estrés por calor, temperatura corporal, electrolitos

INTRODUCCION

Como el tenis es un deporte que característicamente se juega al aire libre en ambientes cálidos y calurosos, existe la necesidad de que los investigadores dedicados al tenis, los entrenadores y el equipo médico entiendan los efectos de la temperatura y del nivel de hidratación sobre la salud y el rendimiento de los jugadores de tenis. La hipohidratación inducida por el ejercicio (una hidratación menor a la óptima) y la hipertermia (incremento de la temperatura corporal), han mostrado limitar el rendimiento (Costill and Miller, 1980; Magal et al., 2003; Saltin and Costill, 1988), y ésta es un área que requiere de mayor investigación respecto de las causas y de las medidas preventivas que se requieren para mantener niveles positivos de hidratación y de temperatura.

El tenis comúnmente se juega en ambientes calurosos y húmedos, y se ha demostrado que los jugadores de tenis pueden exhibir tasas de sudoración de aproximadamente 2.5 L/h (Bergeron et al., 1995ª), e incluso se han registrado tasas de sudoración mayores a 3L/h (Bergeron, 2003). Sin embargo, las tasas de vaciado gástrico raramente exceden las 1.2 L/h (Armstrong et al., 1985a; Coyle and Montain, 1992a). El intento de mantener el paso con una tasa de sudoración mayor de aproximadamente 1.5 L/h es prácticamente un desafío fisiológico. Los jugadores que ingieren más de 1.25 L/h pueden sentir molestias gastrointestinales mientras compiten (Coyle and Montain, 1992a; 1992b; Neufer et al., 1989). Durante un estudio llevado a cabo con jugadores de tenis de nivel universitario, la tasa de consumo de agua de los atletas fue de

aproximadamente 1.0 L/h (Bergeron et al., 1995b), lo cual pudo deberse a la necesidad subconsciente de evitar molestias gastrointestinales. Se han demostrado desmejoras en el rendimiento durante el ejercicio con una hipohidratación tan pequeña como el 2% de la masa corporal, y una pérdida del 5% de la masa corporal puede derivar en una reducción de la capacidad de trabajo de aproximadamente el 30% (Armstrong et al., 1985b; Saltin and Costill, 1988). Durante el ejercicio, a medida que la magnitud de la hipohidratación se incrementa, hay un concomitante incremento en la temperatura central – entre 0.10ºC y 0.40ºC – para cada unidad de reducción porcentual en el peso corporal (Armstrong et al., 1985a; 1985b; Buono and Wall, 2000; Sawka, 1992). El propósito de los programas de entrenamiento, de las ayudas ergogénicas y de la recuperación es optimizar el tiempo de entrenamiento y el rendimiento a la vez que se limitan los efectos deletéreos del incremento en la temperatura central y de la hipohidratación.

El propósito de esta revisión es proporcionar información relevante respecto de la literatura referente a la hidratación y la regulación de la temperatura en el tenis en un intento de asistir a entrenadores, preparadores físicos y cuerpo médico a preparar a sus tenistas para rendir a un alto nivel.

Por que la sed no es una buena guía del nivel de agua corporal

La sed no es un buen indicador del nivel de agua corporal ni un estímulo suficiente para evitar la pérdida neta de agua durante la realización de ejercicios en ambientes calurosos (Bergeron et al., 1995a; Hubbard et al., 1984; Wilmore and Costill, 2004). La ingesta de agua ad libitum comúnmente deriva en la deshidratación involuntaria. Una razón de la deshidratación involuntaria es que se puede perder 1.5 litros de agua corporal antes de que la sed sea percibida (Armstrong et al., 1985b; Greenleaf, 1992; Wilmore and Costill, 2004). Para este momento, ya ha comenzado la desmejora de la termorregulación durante el ejercicio (Greenleaf, 1992). Tanto el ambiente como la tasa de sudoración son factores importantes que contribuyen a la hipohidratación de los jugadores de tenis; sin embargo, el patrón de ingesta de fluidos cuando el jugador se encuentra en el court de tenis es igualmente importante.

En un estudio en donde se observó la ingesta de agua ad libitum durante condiciones de juegos de práctica de tenis se halló que solo el 27% de la pérdida total de fluidos era repuesta mediante la ingesta durante el juego (Dawson et al., 1985). Esto debería preocupar a los entrenadores y científicos, por lo cual se debería implementar un programa estructurado de hidratación durante la competencia.

La producción de sudor causará un incremento en la osmolaridad plasmática (un incremento en la concentración de solutos) que incrementa el impulso para ingerir fluidos permitiendo la retención parcial del Na^+ plasmático. Con el consecuente incremento en el gradiente osmótico (el fluido se mueve para equilibrar la concentración de solutos) respaldado por el incremento en la albúmina intravascular, inducido por el ejercicio (Nagashima et al., 1999), el fluido es movilizado desde el compartimiento intracelular para mantener el volumen extracelular (Nagashima et al., 1999). Esta reubicación del fluido desde las células provoca la reducción de uno de los estímulos más importantes que provocan la sed y la ingesta de bebidas–la deshidratación extracelular (hipovolemia). Notablemente, en un estudio no se hallaron correlaciones entre la sed percibida post juego y la tasa de sudoración o el porcentaje de cambio en el peso corporal (Bergeron et al., 1995b). Esto respalda la idea de que la sed no es un indicador suficientemente rápido del nivel de agua corporal ni tampoco es un estímulo suficiente como para evitar la pérdida neta de agua corporal durante el ejercicio en ambientes calurosos (Greenleaf, 1992).

Incluso pequeñas reducciones en el peso corporal (<3%) debidas a la deshidratación por la realización de ejercicios anaeróbicos ha mostrado afectar negativamente el tiempo en sprints de 5 a 10 metros (Magal et al., 2003). Asimismo, la rehidratación durante el ejercicio provocó la mejora en los tiempos de carrera hasta los niveles pre ejercicio. Se ha sugerido que posiblemente el mecanismo de la reducción en el rendimiento debida a la hipohidratación puede estar asociado a la incapacidad o la desgana de los participantes para mantener los niveles de los impulsos del sistema nervioso central hacia los músculos activos (Montain et al., 1998). La razón para esta sugerencia es que durante el estado de hipohidratación que indujo una reducción del 14% en la resistencia muscular, la fuerza absoluta (medida a través de contracciones voluntarias máximas) fue comparable a la del estado de euhidratación (Montain et al., 1998).

Los cambios en el volumen plasmático asociados con los cambios posturales pueden tener un impacto sobre el nivel de hidratación. Cuando los jugadores se encuentran sentados (un ejemplo puede ser durante los cambios de lado) la postura adoptada provoca el incremento en el volumen plasmático en comparación a cuando los sujetos está de pie (Harrison, 1985). Por lo tanto, el estímulo para beber puede verse adicionalmente reducido (Bergeron et al., 1995a). Esta es otra razón por la cual los atletas deben consumir mayores cantidades de fluidos que las que las que suponen son apropiadas durante los cambio de lado.

Regulación de la temperatura y rendimiento en el tenis

El tenis es un deporte complejo debido a su naturaleza intermitente y la duración de los juegos puede ser impredecible. Los cortos períodos de ejercicio de alta intensidad seguidos por periodos repetidos de recuperación pueden dar un total de

cuatro horas de juego haciendo que el mantenimiento de la temperatura corporal óptima sea todo un desafío, pero totalmente necesario. La gran mayoría de los puntos jugados en el tenis duran menos de 10 segundos con períodos de recuperación de no más de 25 segundos (Bergeron et al., 1991; Chandler, 1991; Christmass et al., 1994; 1998; Dawson et al., 1985; Ellliott et al., 1985; Ferrauti et al., 2001; Hughes and Clark, 1995; König et al., 2001; Kovacs, 2004; Kovacs et al., 2004; Morgan et al., 1987; O'Donoghue and Ingram, 2001; Richers, 1995; Seliger et al., 1973; Smekal et al., 2001; Therminarias et al., 1991; Yoneyama et al., 1999). Esta relación carga/recuperación (al igual que en otras formas de ejercicio) puede provocar grandes cambios en la temperatura corporal, pero permite amplios períodos para el reemplazo de fluidos.

Durante las prácticas y las competiciones en el tenis, la tasa metabólica del jugador se incrementa substancialmente en comparación con los valores de reposo (Bergeron et al., 1991).

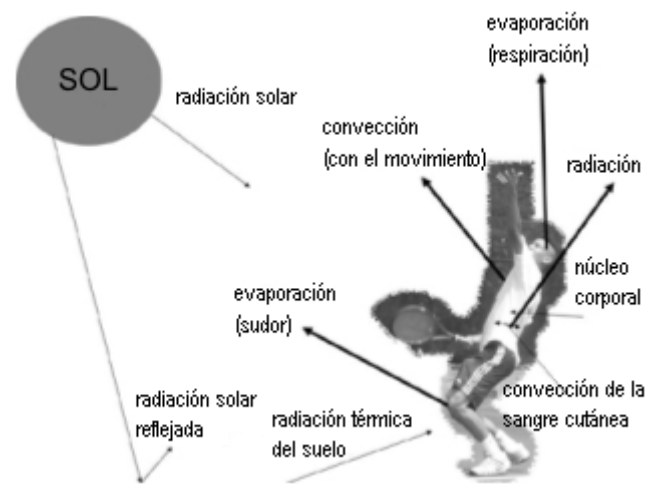

Figura 1. *Métodos de intercambio de calor durante un partido de tenis.*

La mayoría de la energía liberada no contribuye a golpear la pelota de tenis ni incluso a moverse en la cancha, ya que el 80% se libera como calor (Bergeron et al., 1995ª). La termorregulación se logra en gran parte a través de la pérdida de calor por evaporación a través de la sudoración, y es característicamente el mecanismo más efectivo cuando el jugador se encuentra en el court. La pérdida de calor por conducción cuando el jugador se encuentra en el court (i.e., la transferencia de calor por contacto) a partir del cuerpo es insignificante y en muchas circunstancias la superficie del court se encuentra a una temperatura mayor que la temperatura del tejido cutáneo del atleta, lo cual provoca la transferencia de calor por conducción desde el court hacia el atleta incrementando de esta manera la temperatura central y de la piel. El intercambio de calor por radiación (transferencia de energía electromagnética sin contacto) comúnmente se encuentra a favor de la ganancia de calor a partir de la absorción de energía solar. El intercambio de calor por convección (transferencia de calor debido al movimiento de gases o fluidos) puede ser un factor, especialmente en días ventosos, y debido al movimiento del jugador sobre el court. El enfriamiento convectivo, no es tan productivo como el enfriamiento evaporativo para mantener una temperatura corporal apropiada (Bergeron et al., 1995a) (Figura 1). Cuando la temperatura del ambiente es baja o moderada (i.e., menor a la temperatura en que se encuentra la piel) el calor producido en el metabolismo durante el ejercicio puede ser disipado por el cuerpo a través de la radiación y de la convección como así también por la evaporación del sudor. Sin embargo, cuando la temperatura del aire y de los alrededores iguala, o es mayor que, la temperatura de la piel, la pérdida de calor por radiación y por convección se ven comprometidas, dejando a la evaporación como la única vía significativa para la pérdida de calor (Dawson et al., 1985).

Si no se mantiene una adecuada ingesta de fluidos, la capacidad termorregulatoria del jugador puede verse disminuida (Brooks et al., 2000; Jung et al., 2005; Murray, 1992; Murray et al., 1987; Sawka, 1992). Un jugador de tenis completamente hidratado, de tamaño promedio (80 kg) contiene aproximadamente 48 L de agua (Bergeron et al., 1995a). El tejido muscular está compuesto aproximadamente en un 75-80% de agua, mientras que el contenido de agua en el tejido adiposo es considerablemente menor (aproximadamente el 10%) (Greenleaf, 1992; Sawka, 1992). Las mujeres jugadoras de tenis tienen un menor contenido total de agua corporal en comparación con los hombres de un peso similar, debido a que las mujeres tienen una menor masa magra corporal y proporcionalmente más tejido adiposo. Los hombres y mujeres jugadores de tenis pueden perder entre 0.5 y 3.0 L de agua por cada hora de juego, dependiendo del ambiente, la

intensidad del juego, la tasa de sudoración, la aclimatación, el nivel de hidratación, la edad y el sexo (Bergeron, 2003; ergeron et al., 1995a).

Una pérdida de fluido tan pequeña como el 1% del peso corporal ha sido asociada con un incremento significativo en la temperatura rectal en comparación con el mismo ejercicio realizado con una hidratación normal (Claremont et al., 1975). La frecuencia cardíaca es comúnmente mayor cuando el ejercicio se realiza en condiciones calurosas que cuando se lo realiza en ambientes frescos, debido, en parte, a la gran remoción de fluidos desde la sangre para reemplazar las pérdidas por la sudoración (Dill and Costill, 1974) y a la necesidad de incrementar el flujo sanguíneo cutáneo para facilitar la remoción del calor (McCord and Minson, 2005). Estas dos funciones reducen el volumen sanguíneo central, lo cual a la vez reduce el volumen sistólico (Powers and Howley, 2001), con lo cual se requiere una mayor frecuencia cardíaca para mantener el flujo sanguíneo total requerido.

Se ha propuesto que la estrategia humana detrás de la hipohidratación es que la termorregulación es sacrificada para favorecer la estabilidad cardiovascular asumiendo que, por ejemplo, un atleta deshidratado detendrá su juego y se moverá a un ambiente más fresco (Sawka, 1992). Esta estrategia puede ser efectiva para sujetos comunes; sin embargo, no será efectiva en situaciones competitivas, en las cuales el deseo inherente de los atletas de luchar contra la adversidad y de traspasar las barreras fisiológicas es el núcleo de todo atleta exitoso, aunque estos atributos también pueden comprometer las condiciones fisiológicas seguras del ser humano.

Aclimatación

Cuando se llevan a cabo competencias en ambientes calurosos y húmedos, es importante que el atleta realice un proceso de aclimatación para que de esta manera pueda rendir a niveles óptimos. El atleta aclimatado comenzará a sudar antes, experimentará una mayor tasa de sudoración para una temperatura central dada y podrá mantener una mayor tasa de sudoración por períodos más prolongados de tiempo (Hue et al., 2004; Kirby and Convertino, 1986; Yanagimoto et al., 2002). Un jugador aclimatado también pierde una menor cantidad de electrolitos en el sudor en comparación con los jugadores que no están aclimatados (Allan and Wilson, 1971; Kirby and Convertino, 1986). Debido a que los jugadores de tenis junior o profesionales de nivel internacional juegan la mayoría de los torneos en ambientes cálidos/calurosos, o en ambientes cerrados, la aclimatación no es uno de los principales factores como podría suceder en otros deportes.

Balance electrolítico

El balance electrolítico es importante para ayudar a reducir la probabilidad de sufrir deshidratación, fatiga y los posibles calambres musculares. Bajo condiciones fisiológicas normales para atletas aclimatados al calor, las concentraciones de potasio (K^+) y de magnesio (Mg^{2+}) en el sudor no serán altas (Bergeron et al., 1995a). Contrariamente a las creencias de muchos entrenadores y atletas de que la depleción del K^+ es la causa principal de los calambres musculares relacionados con el calor, la evidencia clínica respalda la relación entre los calambres musculares relacionados con el calor y la depleción del Na^+ extracelular, y no la depleción del K^+ (Bergeron et al., 1995a). La cantidad total de K^+ perdido a través del sudor durante un partido, debería ser bastante pequeña, en relación a las reservas corporales totales de K^+, y con pocas consecuencias fisiológicas y sobre el rendimiento (Pivarnik and Palmer, 1994). Por lo tanto, para los jugadores de tenis, sería conveniente suplementarse con Na^+ para ayudar a evitar desequilibrios electrolíticos.

En un torneo o en días repetidos de práctica en ambientes calurosos y húmedos, el efecto acumulativo de la pérdida repetida de Na^+ durante varios días puede resultar en bajas concentraciones extracelulares de Na^+. Especialmente si la ingesta diaria de Na^+ (a través de la dieta) es baja. Esta es la razón por la cual algunos jugadores pueden sufrir calambres en las últimas rondas de los torneos o hacia el final de un entrenamiento o partido que ha requerido de un esfuerzo vigoroso. Los calambres inducidos por el ejercicio tienen múltiples factores, y se ha demostrado que la deshidratación y la pérdida de electrolitos no son las únicas razones de los calambres musculares (Jung et al., 2005). Estas razones no han sido aun completamente determinadas, pero el estrés fisiológico en situaciones competitivas es un factor que posiblemente contribuya al comienzo de los calambres musculares durante un juego.

Aunque es algo improbable, el efecto combinado de las grandes pérdidas de Na^+ y la ingesta de grandes cantidades de fluido hipotónico (e.g., agua sin sales), podría derivar en una dilución significativa del Na^+ plasmático (hiponatremia) (Bergeron, 2003; Bergeron et al., 1995b). Aun cuando es posible que se produzca una gran pérdida de Na^+ durante un juego, la mayor preocupación para los jugadores de tenis es la amenaza de la deshidratación versus las pérdidas agudas de electrolitos durante el entrenamiento o la competición.

La razón para la inclusión de Na^+ conjuntamente con la ingesta de fluidos durante las prácticas y los juegos se relaciona con el mantenimiento de la osmolalidad del plasma y de la concentración de Na^+, para que se mantengan los deseos de beber. El consumo de agua común puede derivar en la hemodilución y en el incremento en la producción de orina, seguido por una reducción en el deseo de beber líquidos (MacLaren, 1998).

En un estudio llevado a cabo para evaluar un gran rango de respuestas del balance electrolítico a partidos únicos y múltiples en hombres y mujeres durante competiciones sucesivas realizadas en múltiples días en ambientes calurosos, los resultados mostraron que las tasas de sudoración de los hombres eran consistentemente mayores que las observadas en las mujeres, aun cuando las tasas de sudoración por hora se expresaron en relación al área estimada de superficie corporal (hombres 0.9±0.2 L/m2, mujeres 0.6±0.1 L/m2, $p<0.001$) (Bergeron et al., 1995b). La observación de una mayor tasa de sudoración promedio para los hombres es consistente con lo hallazgos previos no específicos del tenis (Avellini et al., 1980; Haymes, 1984). Aun cuando los hombres y las mujeres no consumen suficientes líquidos como para reemplazar los fluidos perdidos durante un juego, sería aconsejable para los jugadores de tenis de sexo masculino, consumir una mayor cantidad de fluidos durante las prácticas y los partidos de competición en comparación con las mujeres.

En las últimas etapas de los torneos es cuando los atletas son más susceptibles a sufrir desequilibrios electrolíticos, deshidratación y reducciones en el rendimiento relacionadas con el estrés por calor. En un estudio en donde se observó el nivel de hidratación, se halló que más de la mitad de los jugadores de tenis durante un torneo de cuatro días de duración tenían un nivel de hidratación menor al óptimo, lo cual fue medido a través del peso específico de la orina (USG)>1.025 (Bergeron et al., 1995b). Los jugadores de tenis deberían tener un USG<1.010, lo cual indicaría un nivel de hidratación apropiado (Bergeron et al., 1995).

Composición de las bebidas durante y depués de los partidos

Durante las prácticas de tenis y durante los partidos es importante que los atletas consuman una adecuada cantidad de fluidos y electrolitos. Existe cierto debate acerca de cual es la mejor composición de la bebida a ser consumida durante los partidos y los entrenamientos. A pesar de que el agua favorece el gradiente osmótico para la absorción (la mayor parte desde el intestino delgado), la mayoría de los investigadores han demostrado que una bebida a base de carbohidratos (CHO) y electrolitos promueve la absorción de fluidos en mayor medida que el agua común (Bergeron et al., 1995a; Gisolfi and Duchman, 1992; Murray, 1992; Murray et al., 1987). Las dos razones principales de esto son: sin un transporte activo de solutos, el intestino no puede transportar el agua de manera efectiva y la presencia de glucosa favorece el transporte da agua. Sin embargo, una ingesta de glucosa demasiado abundante puede tener un efecto negativo sobre el transporte de fluidos y puede provocar molestias gastrointestinales (>60-90 g/h o concentraciones >7-8%) (Febbraio et al., 1996; Galloway and Maughan, 2000; Wagenmakers et al., 1993). La cantidad óptima de fluido a consumir para mantener la hidratación depende de manera individualizada de las condiciones ambientales, la intensidad del ejercicio, la masa corporal y la tasa de sudoración. Un ejemplo de la dificultad que tienen los jugadores de tenis para el reemplazo de fluidos ha sido expuesto por Bergeron et al. (1995a), utilizando el ejemplo de un jugador que tiene una tasa de sudoración de 2.0 L/h y bebe 0.25 L (aproximadamente 8.5 onzas) de fluido en cada cambio de lado (asumiendo cinco cambios de lado por hora). Esta forma de consumo de fluidos reemplazaría solo el 62.5% de los fluidos perdidos por hora (Bergeron et al., 1995a). También se ha sugerido que 200 ml de fluidos cada 15 min es una tasa de ingesta adecuada para mantener el balance de los fluidos corporales durante la exposición a ambientes cálidos (WBGT 27 ºC) (MacLaren, 1998). Esta cantidad de ingesta de fluidos debería incrementarse cuando los sujetos están expuestos a condiciones en las cuales la temperatura es mayor a los 27ºC WBGT. Esta recomendación es igual a 0.80 L/h, la cual es menor que la mitad de fluido que puede perderse debido a la sudoración en condiciones calurosas (Bergeron et al., 1995a; 1995b). Aunque la ingesta de fluidos debería ser individual para cada jugador, si la situación no permite esta individualización, sería apropiado, tal como lo expresan las diferentes investigaciones, recomendar como guía una ingesta de fluidos igual o mayor a 400 mL cada 15 minutos (1.6 L/h). Esta cantidad se ha elegido debido a que es ligeramente mayor a la tasa de vaciado gástrico (Armstrong et al., 1985a; Coyle and Montain, 1992a), lo cual limita la cantidad de fluido perdido por el cuerpo en condiciones calurosas y húmedas.

La suplementación con carbohidratos ha sido utilizada en otros deportes con diferentes resultados. La ingesta de una solución a base de carbohidratos no mejora el rendimiento durante un partido de tenis de tres horas de duración (en condiciones de práctica) (Mitchell et al., 1992). Estos estudios previos fueron todos llevados a cabo valorando el rendimiento aeróbico en ciclismo, lo cual es substancialmente diferente de las evaluaciones del rendimiento en el tenis, las cuales están compuestas principalmente por tareas del tipo anaeróbico, y además las evaluaciones en ciclismo se realizan midiendo el tiempo hasta el agotamiento o evaluando el rendimiento. No se han mostrado beneficios de la ingesta de CHO sobre el rendimiento durante un partido de tenis con sesiones que han durado menos de tres (Mitchell et al., 1992) y cuatro (Ferrauti et al., 1997) horas, aun cuando los lineamientos de la ACSM recomiendan una suplementación con CHO de (30-60 g/h) para “ejercicios intensos” de una duración mayor a una hora (Convertino et al., 1996). Por lo tanto, una recomendación general que puede hacerse es que no hay una beneficio aparente de incluir CHO en las bebidas para el reemplazo de fluidos para partidos de tenis que duran menos de aproximadamente dos horas. Sin embargo, cuando los atletas necesitan jugar o practicar en dos o tres diferentes sesiones en el mismo día, es vital restituir las reservas de glucógeno. En un estudio llevado a cabo durante un torneo de tenis se han observado alteraciones negativas en los niveles de glucosa luego del descanso entre el primer y el segundo partido (Ferrauti et al., 2003). Luego de esto, cuando los jugadores realizaban la entrada en calor para el subsiguiente partido, se producía una caída súbita en los niveles de glucosa. En este estudio (Ferrauti et al., 2003), este hecho no pareció afectar la competitividad de los atletas; sin embargo,

en situaciones altamente competitivas esto podría tener un mayor peso sobre la aptitud y sobre su disponibilidad para competir al más alto nivel (Ferrauti et al., 2003). Una bebida deportiva comercialmente disponible a base de CHO y electrolitos (6%) ha mostrado que, en actividades de larga duración, su consumo puede ayudar a retrasar el comienzo de los calambres musculares inducidos por el ejercicio, pero no ha mostrado evitar los calambres (Jung et al., 2005).

La recuperación y la rehidratación luego de una práctica intensa o de un partido, son vitales para la salud y para el subsiguiente rendimiento en el tenis. Luego de un partido o de una práctica de tenis, la preocupación del jugador debería ser el reemplazo de fluidos, la ingesta de carbohidratos ya sea en forma líquida y/o sólida, para ayudar a la resíntesis de glucógeno y el reemplazo de los electrolitos perdidos (Sherman, 1992). Las tasas más altas de síntesis de glucógeno se alcanzan inmediatamente después del ejercicio (Bonen et al., 1985). Si la ingesta de CHO se retrasa más de dos horas post ejercicio, entonces la tasa de síntesis de glucógeno se puede reducir en un 47%, en comparación a cuando los CHO son consumidos inmediatamente después del ejercicio (Ivy es tal., 1988). Esta acelerada tasa de resíntesis de glucógeno probablemente se debe al efecto similar al de la insulina que el ejercicio provoca sobre los músculos esqueléticos (Ploug et al., 1987). El tipo específico de CHO ingerido ha mostrado ser también importante. La ingesta de CHO con un alto índice glucémico resulta en una tasa de resíntesis de glucógeno muscular 48% mayor que la tasa de resíntesis generada con la ingesta de CHO de bajo índice glucémico 24 horas después de la ingesta (Burke et al., 1993). Se recomienda que los jugadores consuman 1.5 g/kg de CHO durante la primera hora post ejercicio, pero no se han observado mayores beneficios respecto de la resíntesis de glucógeno con ingestas >1.5 g/kg de CHO (Ivy et al., 1988). Por ejemplo, un jugador de tenis de 75 kg debería consumir 113 g de CHO en las primeras horas post ejercicio. La adición de proteínas a los CHO ha resultado en una tasa de acumulación de glucógeno muscular un 27% mayor, en un período de 4 horas, que cuando la misma fuente de combustible fue consumida sin los 28 g de proteínas (80 g de CHO y 6 g de grasas) (Ivy et al., 2002). Si un jugador de tenis debe realizar una sesión de práctica o participar en un partido dentro a la hora o a las dos horas de haber finalizado el encuentro previo, se recomienda que la bebida a base de CHO y electrolitos a ser consumida contenga concentraciones de Na^+ y Cl- de 30 a 40 mmol/L (Gisolfi and Duchman, 1992).

Debido a que el consumo de líquidos ad libitum comúnmente deriva en la deshidratación involuntaria (Greenleaf, 1992), es recomendable que los jugadores de tenis sigan una agenda de hidratación específica durante los cambios de lado en los partidos y los entrenamientos. La agenda de hidratación puede ser diseñada por el preparador físico, el entrenador y por el atleta, midiendo la pérdida de fluidos. El método más sencillo es pesar (kg) al atleta antes del entrenamiento (partido) y luego sustraer el peso del atleta post ejercicio (kg) y la cantidad de fluido ingerido (L) durante el juego (Ecuación 1). Con esto se determinará el volumen de fluidos perdidos por el atleta durante una sesión en particular. Este valor puede ser dividido por el tiempo (horas, 15 minutos, etc.) para determinar la pérdida aproximada de líquidos del atleta (tasa de sudoración) por unidad de tiempo. A partir de este valor, se puede establecer una rutina de hidratación individualizada.

Total de Líquidos Perdidos = BW (pre ejercicio, kg) – [BW (post ejercicio, kg) – Ingesta de Líquidos (L) (1)

El siguiente ejemplo demuestra la practicidad de la ecuación (1). Un jugador de tenis que tiene un peso pre ejercicio de 80 kg y que ha jugado durante 2 horas a la vez que ingirió 2L de líquidos con un peso post ejercicio de 77 kg, tendrá una pérdida de líquidos de 5L en dos horas o de 2.5 L/h. esta ecuación no tiene en cuenta las pérdidas de líquidos por la orina. Si el atleta debe orinar este volumen debería ser considerado en la ecuación.

CONCLUSIONES

- El mantenimiento de niveles apropiados de fluidos es vital para el rendimiento y para la regulación de la temperatura. Los jugadores de tenis necesitan realizar un programa estructurado de ingesta de líquidos durante las sesiones de entrenamiento y durante los partidos
- La mayoría de los jugadores tienen tasas de sudoración mayores a 2.5L/h, sin embargo es difícil para estos atletas consumir más de 1.2L/h. esta discrepancia hace que el consumo adecuado de líquidos durante un partido sea un desafío fisiológico.
- La sed es un mal indicador del nivel de agua corporal.
- Los jugadores de tenis consumen menos líquidos durante los partidos que durante los entrenamientos.
- Aproximadamente el 80% de la energía se libera en forma de calor.
- La depleción del Na^+, no la del K^+, es clave en la prevención de los calambres musculares relacionados con el calor.
- Las últimas etapas de los partidos y de los torneos son los momentos en los que los atletas son más susceptibles a problemas relacionados con la temperatura y la hidratación.
- Se recomienda que los atletas beban más de 200 ml de líquidos en cada cambio de lado cuando las temperaturas son moderadas (27ºC WBGT), y sería altamente recomendable que cada atleta tenga una rutina específica de hidratación que haya sido desarrollada a través del monitoreo de las tasas de sudoración durante los

entrenamientos y los partidos
- Se recomienda que los atletas beban más de 400 ml de líquidos en cada cambio de lado cuando las condiciones son calurosas y húmedas (>27ºC WBGT)
- Las bebidas a base de CHO y electrolitos promueven la absorción de fluidos en un mayor grado que el agua sola. Sin embargo, el consumo de agua ha mostrado ser suficiente durante los entrenamientos y los partidos en el tenis que duran menos de 90 minutos. Debido a que los lineamientos para la hidratación deben ser individualizados, sería apropiado, a partir de los resultados de las investigaciones, que los jugadores de tenis consuman una bebida a base de CHO y agua si los partidos o los entrenamientos van a durar más de 90-120 minutos.

PUNTOS CLAVE

- Aunque se han llevado a cabo una cantidad substancial de investigaciones respecto de la regulación de la temperatura y la hidratación en actividades aeróbicas, existe poca información respecto del rendimiento en el tenis y la seguridad que brinda la hidratación
- Los jugadores de tenis deberían seguir una rutina de hidratación individualizada, consumiendo más de 200 ml de líquidos en cada cambio de lado (aproximadamente 15 minutos)
- Una hidratación óptima y una óptima regulación de la temperatura reducirán las posibilidades de aparición de calambres musculares y de la caída del rendimiento.

Dirección para el Envío de Correspondencia

Mark S. Kovacs Department of Kinesiology, University of Alabama –Tuscaloosa, 102 Moore, Box 870312, Tuscaloosa, Alabama 35487, USA

REFERENCIAS

1. Allan, J.R. and Wilson, C.G (1971). Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. *Journal of Applied Physiology 30, 708-712*
2. Armstrong, L.E., Costill, D.L. and Fink, W.J (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise 17, 456-461*
3. Armstrong, L.E., Hubbard, R.W., Szlyk, P.C., Mathew, W.T. and Sils, I.V (1985). Voluntary dehydration and electrolyte losses during prolonged exercise in the heat. *Aviation Space and Environmental Medicine 56, 765-770*
4. Avellini, B.A., Kamon, E. and Krajewski, J.T (1980). Physiological responses of physically fit men and women to acclimation to humid heat. *Journal of Applied Physiology 49, 254-261*
5. Bergeron, M.F (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sport 6, 19-27*
6. Bergeron, M.F., Armstrong, L.E. and Maresh, C.M (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clinics in Sports Medicine 14, 23-32*
7. Bergeron, M.F., Maresh, C.M., Armstrong, L.E., Signorile, J.F., Castellani, J.W., Kenefick, R.W., LaGasse, K.E. and Riebe, D.A (1995). Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment. *International Journal of Sport Nutrition 5, 180-193*
8. Bergeron, M.F., Maresh, C.M., Kraemer, W.J., Abraham, A., Conroy, B. and Gabaree, C (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *International Journal of Sports Medicine 12, 474-479*
9. Bonen, A., Ness, G.W., Belcastro, A. . and Kirby, R.L (1985). Mild exercise impedes glycogen repletion in muscle. *Journal of Applied Physiology 58, 1622-1629*
10. Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. and Baldwin, K. M (2000). Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications. *3rd edition. Mountain View, CA: Mayfield*
11. Buono, M.J. and Wall, A.J (2000). Effect of hypohydration on core temperature during exercise in temperate and hot environments. *European Journal of Physiology 440, 476-480*
12. Burke, L.M., Collier, G.R. and Hargreaves, M (1993). Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of glycaemic index of carbohydrate feedings. *Journal of Applied Physiology 75, 1019-1023*
13. Chandler, T.J (1991). Work/rest intervals in world class tennis. *Work/rest intervals in world class tennis*
14. Christmass, M.A., Richmond, S.E., Cable, N.T., Arthur, P.G. and Hartmann, P.E (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Sciences 16, 739-747*
15. Christmass, M.A., Richmond, S.E., Cable, N.T. and Hartmann, P.E (1994). A metabolic characterisation of single tennis. *In: Science and Racket Sports. Eds: Reilly, T., Hughes, M. and Lees, A. London: E&FN Spon. 3-9*

16. Claremont, A.D., Nagle, F., Reddan, W.D. and Brooks, G.A (1975). Comparison of metbolic, temperature, heart rate and ventilation responses to exercise at extreme ambient temperatures (0°C and 35°C). *Medicine and Science in Sports and Exercise 7, 150-154*
17. Convertino, V., Armstrong, L.E., Coyle, E.F., Mack, G., Sawka, M.N., Senay, L. and Sherman, W.M (1996). American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise 28, i-vii*
18. Costill, D.L. and Miller, J.M (1980). Nutrition for endurance sport: Carbohydrate and fluid balance. *International Journal of Sports Medicine 1, 2-14*
19. Coyle, E.F., Hagberg, J.M., Hurley, B.F., Martin, W.H., Ehsani, A.A. and Holloszy, J.O (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *Journal of Applied Physiology 55, 230-235*
20. Coyle, E.F. and Montain, S.J (1992). Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, S324-S330*
21. Coyle, E.F. and Montain, S.J (1992). Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: Are there trade-offs?. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, 671-678*
22. Dawson, B., Elliott, B., Pyke, F. and Rogers, R (1985). Physiological and performance responses to playing tennis in a cool environment and similar intervalized treadmill running in a hot climate. *Journal of Human Movement Studies 11, 21-34*
23. Dill, D.B. and Costill, D.L (1974). Calculation of percentage changes in volumes of blood plasma and red cells in dehydration. *Journal of Applied Physiology 37, 247-248*
24. Ellliott, B., Dawson, B. and Pyke, F (1985). The energetics of singles tennis. *Journal of Human Movement Studies 11, 11-20*
25. Febbraio, M.A., Murton, P., Selig, S., Clark, S., Lambert, D., Angus, D. and Carey, M (1996). Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Medicine and Science in Sports and Exercise 28, 1380-1387*
26. Ferrauti, A., Pluim, B.M., Busch, T. and Weber, K (2003). Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. *Journal of Science and Medicine in Spor, 6, 28-39*
27. Ferrauti, A., Pluim, B.M. and Weber, K (2001). The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *Journal of Sports Sciences 19, 235-242*
28. Ferrauti, A., Weber, K. and Struder, H.K (1997). Metabolic and ergogenic effects of carbohydrate and caffeine beverages in tennis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 37, 258-266*
29. Galloway, S. and Maughan, R (2000). The effects of substrate and fluid provision on thermoregulatory and metabolic responses to prolonged exercise in a hot environment. *Journal of Sports Sciences 18, 339-351*
30. Gisolfi, C.V. and Duchman, S.M (1992). Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, 679-687*
31. Greenleaf, J.E (1992). Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, 645-656*
32. Hargreaves, M., Costill, D.L., Coggan, A.R., Fink, W.J. and Nishibata, I (1984). Effect of carbohydrate feeding on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise 16, 219-222*
33. Harrison, M.H (1985). Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiolological Reviews 65, 149-209*
34. Haymes, E.M (1984). Physiological responses of female athletes to heat stress: A review. *Physician Sportsmed 12, 45-55*
35. Hubbard, R.W., Sandick, B.L., Mathew, W.T., Francesconi, R.P., Sampson, J.B., Durkot, M.J., Maller, O. and Engell, D.B (1984). Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *Journal of Applied Physiology 57, 868-873*
36. Hue, O., Voltaire, B., Galy, O., Costes, O., Callis, A., hertogh, C. and Blonc, S (2004). Effects of 8 days acclimation on biological and performance response in a tropical climate. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 44, 30-37*
37. Hughes, M.D. and Clark, S (1995). 37. Hughes, M.D. and Clark, S. (1995). Surface effect on elite tennis strategy. In: Science and Racket Sports. *Eds: Reilly, T., Hughes, M. and Lees, A. London: E & FN Spon. 272-278*
38. Ivy, J.L., Goforth Jr, H.W., Damon, B.M., McCauley, T. R., Parsons, E.C. and Price, T.B (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology 93, 1337-1344*
39. Ivy, J.L., Katz, A.L., Cutler, C.L., Sherman, W.M. and Coyle, E.F (1988). Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *Journal of Applied Physiology 64, 1480-1485*
40. Ivy, J.L., Lee, M.C., Brozinick, J.T. and Reed, M.J (1988). Muscle glycogen storage after different mounts of carbohydrate ingestion. *American Journal of Physiology 65, 2018-2023*
41. Jung, A.P., Bishop, P.A., Al-Nawwas, A. and Dale, R.B (2005). Influence of hydration and electrolyte supplementation on incidence and time to onset of exercise-associated muscle cramps. *Journal of Athletic Training 40, 71-75*
42. Kirby, C.R. and Convertino, V.A (1986). Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimation. *Journal of Applied Physiology 61, 967-970*
43. Kovacs, M S (2004). A comparison of work/rest intervals in men´s professional tennis. *Medicine and Science in Tennis 9, 10-11*
44. Kovacs, M.S., Strecker, E., Chandler, W.B., Smith, J.W. and Pascoe, D.D (2004). Time analysis of work/rest intervals in men´s collegiate tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18, e364*
45. MacLaren, D.P.M (1998). Nutrition for racket sports. In: Science and racket sports II. *Eds: Lees, A., Maynard, I., Hughes, M. and Reilly, T. London: E & FN Spon. 43-51*
46. Magal, M., Webster, M.J., Sistrunk, L.E., Whitehead, M. T., Evans, R.K. and Boyd, J.C (2003). Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise 35, 150-156*
47. McCord, G.R. and Minson, C.T (2005). Cutaneous vascular responses to isometric handgrip exercise during local heating and hyperthermia. *Journal of Applied Physiology 98, 2011-2018*
48. Mitchell, J.B., Cole, K.J., Granjean, P.W. and Sobczak, R.J (1992). The effect of a carbohydrate beverage on tennis performance and fluid balance during prolonged tennis play. *Journal of Applied Sport Science Research 6, 96-102*
49. Mitchell, J.B., Costill, D.L., Houmard, J.A., Flynn, M.G., Fink, W.J. and Beltz, J.D (1988). Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise 20, 110-115*

50. Montain, S.J., Smith, S.A., Mattot, R.P., Zientara, G.P., Jolesz, F.A. and Sawka, M.N (1998). Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: a 31P-MRS study. *Journal of Applied Physiology 84, 1889-1894*
51. Morgan, L.F., Jordan, D.L., Baeyens, D.A. and Franciosa, J.A (1987). Heart rate responses during singles and doubles tennis competition. *Physician SportsMed 15, 67-74*
52. Murray, R (1992). Nutrition for the marathon and other endurance sports: Environmental stress and dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, S319-S323*
53. Murray, R., Eddy, D.E., Murray, T.W., Seiffert, J G., Paul, G.L. and Halaby, G.A (1987). The effect of fluid and carbohydrate feedings during intermittent cycling exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise 19, 597-604*
54. Nagashima, K., Mack, G.W., Haskell, A., Nishiyasu, T. and Nadel, E.R (1999). Mechanism for the posture-specific plasma volume increase after a single intense exercise protocol. *Journal of Applied Physiology 86, 867-873*
55. Neufer, P.D., Young, A.J. and Sawka, M.N (1989). Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *European Journal of Applied Physiology 58, 433-439*
56. O'Donoghue, P. and Ingram, B (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences 19, 107-115*
57. Pivarnik, J.M. and Palmer, R.A (1994). Water and electrolyte balance during rest and exercise. *In: Nutrition in Exercise and Sport. Eds: Wolinsky, I. and Hickson, J.F. 2nd edition. Boca Raton: CRC. 245-262*
58. Ploug, T., Galbo, H., Vinten, J., Jorgensen, M. and Richter, E.A (1987). Kinetics of glucose transport in rat muscle: effects of insulin and contractions. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism 253, E12-E20*
59. Powers, S.K. and Howley, E.T (2001). Exercise Physiology: Theory and application to fintess and performance. *4th edition. New York, NY: McGraw-Hill*
60. Richers, T.A (1995). Time-motion analysis of the energy systems in elite and competitive singles tennis. *Journal of Human Movement Studies 28, 73-86*
61. Saltin, B. and Costill, D.L (1988). Fluid and electrolyte balance during prolonged exercise. *In: Exercise, Nutrition and Metabolism. Eds: Horton, E.S. and Terjung, R.L. New York: MacMillan. 150-158*
62. Sawka, M.N (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, 657-670*
63. Seliger, V., Ejem, M., Pauer, M. and Safarik, V (1973). Energy metabolism in tennis. *Internationale Zeitschrift fur angewandte Physiologie, einschliesslich Arbeitsphysiologie 31, 333-340*
64. Sherman, W.M (1992). Recovery from endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise 24, S336-S339*
65. Smekal, G., Von Duvillard, S.P., Rihacek, C.N., Pokan, R., Hofman, P., Baron, R., Tschan, H. and Bachl, N (2001). A physiological profile of tennis matchplay. *Medicine and Science in Sports and Exercise 33, 999-1005*
66. Therminarias, A., Dansou, P., Chirpaz-Oddou, M.F., Gharib, C. and Quirion, A (1991). Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match: effect of ageing. *International Journal of Sports Medicine 12, 10-16*
67. Wagenmakers, A.J., Brouns, F., Saris, W.H. and Halliday, D (1993). Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *Journal of Applied Physiology 75, 2774-2780*
68. Wilmore, J.H. and Costill, D.L (2004). Physiology of Sport and Exercise. *3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics*
69. Yanagimoto, S., Aoki, K., Horikawa, N., Shibasaki, M., Inoue, Y., Nishiyasu, T. and Kondo, N (2002). Sweating response in physically trained men to sustained handgrip exercise in mildly hyperthermic conditions. *Acta Physiologica Scandinavica 174, 31-39*
70. Yoneyama, F., Watanabe, H. and Oda, Y (1999). Game analysis of in-play-time and out-of-play-time in the Davis Cup. *The 5th IOC World Congress on Sport Sciences, Sydney, Australia. Book of Abstracts, Sports Medicine Australia, p.204*

Cita Original

Kovacs Mark S.. Hydration and Temperature en Tennis-A Practical Review. Journal of Sports Science and Medicine; 5, 1-9, 2006.