

Article

Respuestas de la Temperatura Central y de la Sudoración en Jugadoras Profesionales de Tenis durante un Torneo en Condiciones de Calor

Melissa L Tippet¹, John Stofan¹, Magie Lacambra¹ y Craig A Horswill¹¹Gatorade Sport Science Institute, Barrington, IL, Estados Unidos.

RESUMEN

Contexto: El tenis comúnmente se juega en ambientes calurosos y húmedos, intensificando el impacto termorregulatorio impuesto sobre los deportistas. Como medida de seguridad, algunas organizaciones permiten una pausa de 10 minutos entre el segundo y el tercer set cuando las condiciones ambientales son extremas. Sin embargo, el efecto real de estas pausas para reducir la temperatura central es desconocido. Objetivo: Determinar el cambio en la temperatura central luego de la pausa de 10 min y valorar el equilibrio hídrico en jugadoras profesionales de tenis durante un torneo en condiciones de calor. Diseño: estudio transversal. Entorno: Torneo al aire libre del Tour de la Asociación de Tenis Femenino llevado a cabo sobre superficie dura y en condiciones calurosas ($30.3^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$). Pacientes u Otros Participantes: Siete jugadoras profesionales de tenis. Principal Medida del Resultado: Cambio en la temperatura central luego de la pausa de 10 min durante el partido, ingesta de fluidos y pérdida de sudor durante el partido. Resultados: la temperatura central se redujo desde 38.93°C a 38.67°C (cambio de $-0.25 \pm 0.20^{\circ}\text{C}$) cuando se llevó a cabo la pausa ($P = 0.02$). La tasa media de sudoración durante los partidos fue de 2.0 ± 0.5 L/h. Durante este tiempo, la ingesta media de fluidos fue de 1.5 ± 0.5 L/h, resultando en una reducción de la masa corporal del $1.2\% \pm 1.0\%$. Conclusiones: Las jugadoras profesionales de tenis están sujetas a altas cargas de calor durante un partido desarrollado en un ambiente caluroso. Sin embargo, la pausa de 10 min permitió una reducción promedio de 0.25°C en la temperatura central en 6 de las 7 jugadoras, indicando que la pausa provee beneficios prácticos en el campo de juego. Además, si bien la tasa media de sudoración en este grupo de jugadoras de tenis fue alta, la mayoría de ellas fue capaz de minimizar la pérdida de masa corporal a menos del 2% de su valor previo al partido.

Palabras Clave: fisiología ambiental, termorregulación, balance de fluidos

Contexto: El tenis comúnmente se juega en ambientes calurosos y húmedos, intensificando el impacto termorregulatorio impuesto sobre los deportistas. Como medida de seguridad, algunas organizaciones permiten una pausa de 10 minutos entre el segundo y el tercer set cuando las condiciones ambientales son extremas. Sin embargo, el efecto real de estas pausas para reducir la temperatura central es desconocido. Objetivo: Determinar el cambio en la temperatura central luego de la pausa de 10 min y valorar el equilibrio hídrico en jugadoras profesionales de tenis durante un torneo en condiciones de calor. Diseño: estudio transversal. Entorno: Torneo al aire libre del Tour de la Asociación de Tenis Femenino llevado a cabo sobre superficie dura y en condiciones calurosas ($30.3^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$). Pacientes u Otros Participantes: Siete jugadoras profesionales de tenis. Principal Medida del Resultado: Cambio en la temperatura central luego de la

pausa de 10 min durante el partido, ingesta de fluidos y pérdida de sudor durante el partido. Resultados: la temperatura central se redujo desde 38.93°C a 38.67°C (cambio de $-0.25 \pm 0.20^\circ\text{C}$) cuando se llevó a cabo la pausa ($P = 0.02$). La tasa media de sudoración durante los partidos fue de 2.0 ± 0.5 L/h. Durante este tiempo, la ingesta media de fluidos fue de 1.5 ± 0.5 L/h, resultando en una reducción de la masa corporal del $1.2\% \pm 1.0\%$. Conclusiones: Las jugadoras profesionales de tenis están sujetas a altas cargas de calor durante un partido desarrollado en un ambiente caluroso. Sin embargo, la pausa de 10 min permitió una reducción promedio de 0.25°C en la temperatura central en 6 de las 7 jugadoras, indicando que la pausa provee beneficios prácticos en el campo de juego. Además, si bien la tasa media de sudoración en este grupo de jugadoras de tenis fue alta, la mayoría de ellas fue capaz de minimizar la pérdida de masa corporal a menos del 2% de su valor previo al partido.

Palabras Clave: fisiología ambiental, termorregulación, balance de fluidos.

INTRODUCCIÓN

La respuesta de la temperatura central durante esfuerzos intermitentes de alta intensidad, tal como en el tenis, ha recibido relativamente poca atención hasta el momento y se ha reportado solo dos veces durante una competencia. Bergeron et al (1) examinaron la correlación entre el estatus de hidratación previo al partido, indicado por la gravedad específica de la orina (USG) y la temperatura central en jugadores de tenis júnior de 14 años de edad, y observaron una relación positiva tanto entre la USG y la temperatura durante el juego como entre la USG y la temperatura central final posterior al juego. Los autores registraron solo 2 temperaturas corporales durante el juego y observaron que todos los partidos de singles fueron "juegos que se ganaban en sets corridos" con una duración media por juego de 79 minutos, limitando potencialmente la validez de los hallazgos a todos los jugadores de tenis. Hornery et al (2) hallaron correlaciones entre la temperatura central y las características del partido en jugadores profesionales de tenis. Estos investigadores reportaron relaciones entre las temperaturas de los jugadores y el tiempo entre puntos y games, el incremento en los tiros por rally y la duración de los rallies. En ambas situaciones competitivas, solo se evaluaron deportistas varones.

Antes de estos dos estudios, la investigación acerca de las respuestas térmicas en jugadores de tenis se llevó a cabo durante sesiones de práctica. En todos los casos, la temperatura central media de los jugadores durante las sesiones de práctica fue menor que la observada durante un partido real tanto en jugadores júnior (1) como en jugadores profesionales (2). Morante y Brotherhood (3) investigaron las respuestas de la temperatura a las condiciones ambientales, en jugadores y jugadoras de tenis adultos de diferentes niveles. Estos investigadores concluyeron que los jugadores de tenis no enfrentan altos niveles de impacto termorregulatorio debido a que la intensidad global de ejercicio fue moderada (3) y los jugadores fueron capaces de regular su temperatura incrementando la tasa de sudoración y reduciendo la carga de trabajo (4). Bergeron et al (5) también reportaron menores temperaturas medias corporales en atletas adolescentes durante sesiones de entrenamiento y en relación a las reportadas durante un partido (1, 2), particularmente cuando los jugadores consumieron bebidas con carbohidratos y electrolitos.

Como medida de seguridad, algunas organizaciones, incluyendo la Asociación de Tenis Femenino (WTA), permiten una pausa entre el segundo y el tercer set de juego cuando la temperatura de globo húmedo (WBGT) es igual o mayor a los 28°C . Investigaciones previas en jugadores de tenis no han tenido en cuenta las pausas de recuperación formales o espontáneas y su efecto sobre la respuesta de la temperatura central. En teoría, una pausa formal debería permitir una reducción suficiente de la temperatura a través de la reducción del nivel de actividad y al proveer la oportunidad de la ingesta de fluidos. Sin embargo, lo que no se sabe es cuál es el impacto de estas cortas pausas sobre la reducción de la temperatura corporal durante una competencia de tenis.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una pausa de 10 minutos en Condiciones Ambientales Extremas (EWC) sobre la respuesta de la temperatura central en jugadoras de tenis profesionales adultas durante un torneo llevado a cabo en condiciones calurosas. Nuestra hipótesis fue que la pausa de 10 min provocaría la reducción de la temperatura central. Además, hemos medido la pérdida de sudor para determinar si estaba asociada con la respuesta de la temperatura corporal. Este estudio es importante para cuantificar la respuesta termorregulatoria de un grupo único de jugadores de tenis de elite, que a diferencia de los jugadores amateurs recreacionales, con frecuencia no están dispuestos a reducir conscientemente la carga de trabajo para evitar el impacto termorregulatorio. A diferencia de los dos estudios previos sobre la respuesta de la temperatura en condiciones reales de juego, nuestro estudio es el primero en reportar la respuesta de la temperatura corporal en jugadoras de sexo femenino.

MÉTODOS

Participantes

Una muestra conveniente de 10 jugadoras profesionales de tenis, identificadas y reclutadas por la WTA, fueron voluntarias para participar en el presente estudio descriptivo. Tres jugadoras no realizaron la pausa extendida de 10 min, lo cual se consideró como un incumplimiento con el protocolo del estudio, por lo que sus datos no fueron incluidos en los análisis subsiguientes. Las características físicas de las restantes 7 jugadoras fueron: edad 23.4 ± 4.5 años (rango, 18-30 años), talla = 170 ± 3 cm (rango, 168 - 175 cm) y masa corporal = 67.6 ± 7.7 kg (rango, 59.5 - 83.8 kg). Cada atleta fue informada de que sus respuestas fisiológicas serían monitoreadas durante el juego. El estudio fue aprobado por el Comité de Investigación con Sujetos Humanos del Gatorade Sports Sciences Institute, y cada voluntario proveyó su consentimiento informado antes de su participación.

Diseño Experimental

Todas las mediciones fueron llevadas a cabo en julio del 2006 durante un torneo de Nivel III del Tour de la WTA. Al momento de la recolección de datos, el Tour de la WTA clasificaba cada evento en un sistema de 4 niveles en base al monto de dinero repartido en premios (los eventos de Nivel I tenían los mayores premios y los eventos de Nivel IV tenían los menores premios); sin embargo, el sistema de niveles no necesariamente reflejaba el talento o ranking de las jugadoras que participaban. Todos los partidos se llevaron a cabo al aire libre y sobre superficies duras. El estrés ambiental fue valorado diariamente a través de un dispositivo para la medición WBGT (QUESTemp 36; Quest Technologies, Oconomowoc, WI) colocado cerca de las sillas de los jugadores en el centro de la cancha. El WBGT y las temperaturas de globo seco fueron registradas a intervalos de 30 minutos. A lo largo de 4 días, el WBGT promedio durante los partidos fue de $30.3 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$ (rango, $26.1 - 31.9^{\circ}\text{C}$), un ambiente en el cual, según las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (6) y la Asociación Nacional de Preparadores Físicos (NATA) (7), deben retrasarse o evitarse las prácticas deportivas o competencias o, en el caso de ser obligatoria la competencia, llevarla a cabo con precaución. Las condiciones ambientales durante los partidos del torneo se presentan en la Tabla 1

Factor	Día			
	1	2	3	4
Temperatura Media de Globo Húmedo durante el día del Partido ($^{\circ}\text{C}$)	30.64	31.75	31.48	29.08
Rango de Temperatura de Globo Húmedo durante el día del Partido ($^{\circ}\text{C}$)	29.2 - 31.9	30.67 - 32.56	30.78 - 32.39	24.39 - 32.00
Jugadores Estudiados (n)	1	2	1	3
Hora del Partido	Media Mañana	Media Mañana (1), Temprano en la Tarde (2)	Temprano en la Tarde	Temprano en la Tarde (2), al Anochecer (1)

Tabla 1. Condiciones ambientales durante cada partido y en cada día.

Aproximadamente 8 a 12 horas antes de la hora de inicio de cada partido, cada jugadora ingirió una píldora que contenía un sensor térmico para la determinación de los cambios en la temperatura central, conjuntamente con una comida ligera. La píldora digerible con el sensor térmico (CorTemp 2000; HQ Inc, Palmetto, FL) ha mostrado ser un método válido para valorar la temperatura central (8,9) y es un método conveniente, relativamente poco invasivo y particularmente adecuado para mediciones de campo.

Antes de cada partido, los atletas se reportaron a los vestuarios, donde los investigadores confirmaron que el sensor se encontraba activado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En este momento, cada jugadora vaciaba su vejiga, y se recolectaba una muestra de orina para la valoración de la USG. La jugadora era entonces pesada utilizando la mínima vestimenta posible (sin ropa, con solo ropa interior o con solo una toalla, dependiendo de la preferencia de las jugadoras) utilizando una balanza calibrada con una precisión de 0.05 kg (model UC-321P; A&D Medical, Milpitas, CA). Para ayudar a valorar con precisión los verdaderos hábitos de cada jugadora, las mismas utilizaron sus propios protocolos de hidratación y productos nutricionales. Para determinar la ingesta de fluidos, se pesó individualmente cada botella que las jugadoras

podrían beber, con una precisión de un gramo. Además, cualquier alimento que pudiera ser consumido durante el partido también fue pesado con su envoltura con una precisión de un gramo.

Para estandarizar el momento de medición de la temperatura central inicial, la misma se llevó a cabo al inicio del tiempo de 5 minutos de entrada en calor permitido por la WTA y que se lleva a cabo inmediatamente antes de que comience el partido. Las mediciones durante el partido fueron registradas por un investigador ubicado en la cancha y durante cada pausa de 90 s para el cambio de lado y durante cada una de las pausas de 120 s entre los sets. Las mediciones de la temperatura también fueron registradas antes y después de cada una de las pausas para la utilización del baño (permitidas entre los sets); antes y después de la pausa EWC (permitidas solo entre los sets 2 y 3) y al final del partido. Para asegurar la confiabilidad de las lecturas de la temperatura, se registraron dos mediciones en cada momento. Todas las lecturas de la temperatura se encontraron dentro del rango esperado y razonable y no fluctuaron con la ingesta de fluidos. Durante los partidos, cada jugador consumió bebidas ad libitum utilizando las botellas pesadas previamente y cualquier producción de orina fue recolectada y pesada.

Luego del partido, las jugadoras retornaban a los vestidores, se secaban con una toalla y eran nuevamente pesadas en la misma balanza y con la misma vestimenta. Las botellas de fluidos, que fueron recolectadas inmediatamente después de finalizado el partido, también fueron pesadas conjuntamente con cualquier remanente de alimento y envolturas.

Análisis de USG y Pérdida de Sudor

La orina recolectada previamente al partido fue analizada para determinar la USG utilizando un refractómetro clínico portátil (model A300CL; Atago Co, Ltd, Tokyo, Japan). La pérdida de sudor individual fue calculada a partir del cambio en la masa corporal pre y post partido y corregido por la ingesta de fluido y la pérdida de fluido por orina.

Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados utilizando el software SPSS (version 14.0; SPSS Inc, Chicago, IL). Todas las mediciones se reportan como medias \pm DS, a menos que se señale otra cosa. Se utilizó la prueba t para determinar la significancia del cambio en la temperatura central entre las mediciones pre y post pausa. Para determinar la significancia de los cambios en la temperatura central entre los sets, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de dos vías para identificar los efectos principales del partido, tiempo y la interacción partido x tiempo. Se utilizó la corrección de Bonferroni para ajustar las comparaciones múltiples. También se llevó a cabo el análisis de correlación producto-momento de Pearson. La significancia estadística a $p < 0.05$. Las estimaciones de los tamaños del efecto (ES) fueron calculadas de acuerdo a lo propuesto por Cohen (10) y para las medias se reporta el intervalo de confianza (CI) al 95%.

RESULTADOS

Temperatura Central

Si bien el número dependió de la duración del partido, un promedio de 14 ± 4 (rango, 9-18) lecturas de la temperatura central se registraron por jugador a lo largo del partido. La temperatura central pre-partido fue de $37.80^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$, con un pico de $39.13^{\circ}\text{C} \pm 0.34^{\circ}\text{C}$. Como se esperaba, la temperatura central de los jugadores se incrementó durante el primer set (cambio: $1.07^{\circ}\text{C} \pm 0.39^{\circ}\text{C}$; $p < 0.001$, ES = 3.48, 95% CI = 0.71, 1.44). Sin embargo, tal como se demuestra en la Figura 1, la temperatura central fue mayor durante el set 2 en comparación con el set 1 (diferencia = $0.39^{\circ}\text{C} \pm 0.30^{\circ}\text{C}$; $p = 0.01$, ES = 1.51, 95% CI = 0.10, 0.68), así como también en el set 3 comparado con el set 1 (diferencia = $0.44^{\circ}\text{C} \pm 0.55^{\circ}\text{C}$; $p = 0.02$, ES = 1.68, 95% CI = 0.07, 0.82). De los 7 jugadores que optaron por tomar la pausa de 10 minutos durante el partido, 4 fueron elegibles para tomar la ventaja de la regla EWC y así lo hicieron; mientras que las otras tres jugadoras tomaron la pausa para utilizar el baño. La temperatura central se redujo $0.30^{\circ}\text{C} \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ luego del EWC y $0.17^{\circ}\text{C} \pm 0.27^{\circ}\text{C}$ luego de la pausa para utilizar el baño. Si bien el propósito de la pausa para utilizar el baño no es la misma que la regla EWC, los comportamientos de las atletas parecieron ser los mismos durante estos periodos de tiempo (secarse con una toalla, cambiarse la ropa, etc.), que durante las pausas de 10 min. Por lo tanto, en relación con los objetivos estadísticos, las respuestas en las pausas para la utilización del baño y en las pausas de la regla EWC fueron combinadas en un único grupo. Los resultados de las pruebas t mostraron que la temperatura central se redujo cuando se realizaba la pausa (cambio = $-0.25^{\circ}\text{C} \pm 0.20^{\circ}\text{C}$; $p = 0.02$, ES = 0.76, 95% CI = 0.06, 0.43). Las respuestas individuales de la temperatura central de las 7 atletas que tomaron las pausas de 10 minutos durante la competencia se muestran en la Figura 2. No se observaron correlaciones entre el cambio en la temperatura central y el estatus de hidratación pre-partido (USG) ($r = 0.03$, $p = 0.96$), la tasa de sudoración ($r = 0.08$, $p = 0.86$), el déficit de fluidos ($r = 0.61$, $p = 0.15$) y la duración del partido ($r = 0.27$, $p = 0.56$). Tampoco se observaron correlaciones entre el pico de temperatura

central y el estatus de hidratación pre-partido ($r = -0.08$, $p = 0.87$), la tasa de sudoración ($r = -0.51$, $p = 0.24$) y el déficit de fluidos ($r = -0.01$, $p = 0.98$), pero si se observó una correlación significativa entre el pico de temperatura central y la duración del partido ($r = 0.77$, $p = 0.04$).

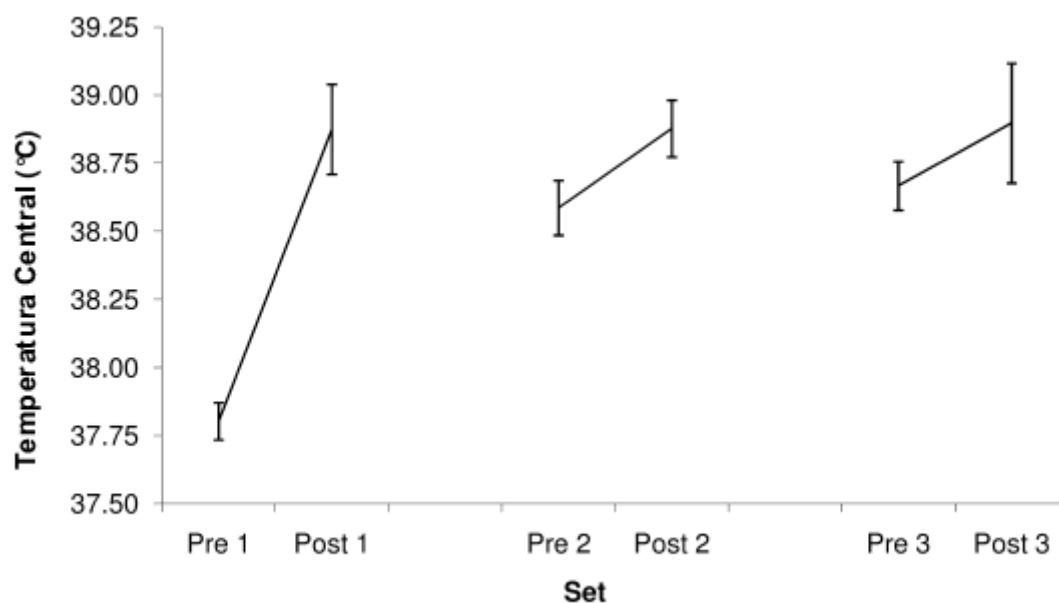


Figura 1. Temperatura central media registrada inmediatamente antes y después de cada set. Nota: el n para los test 1 y 2 fue 7; el n para el set 3 fue 3.

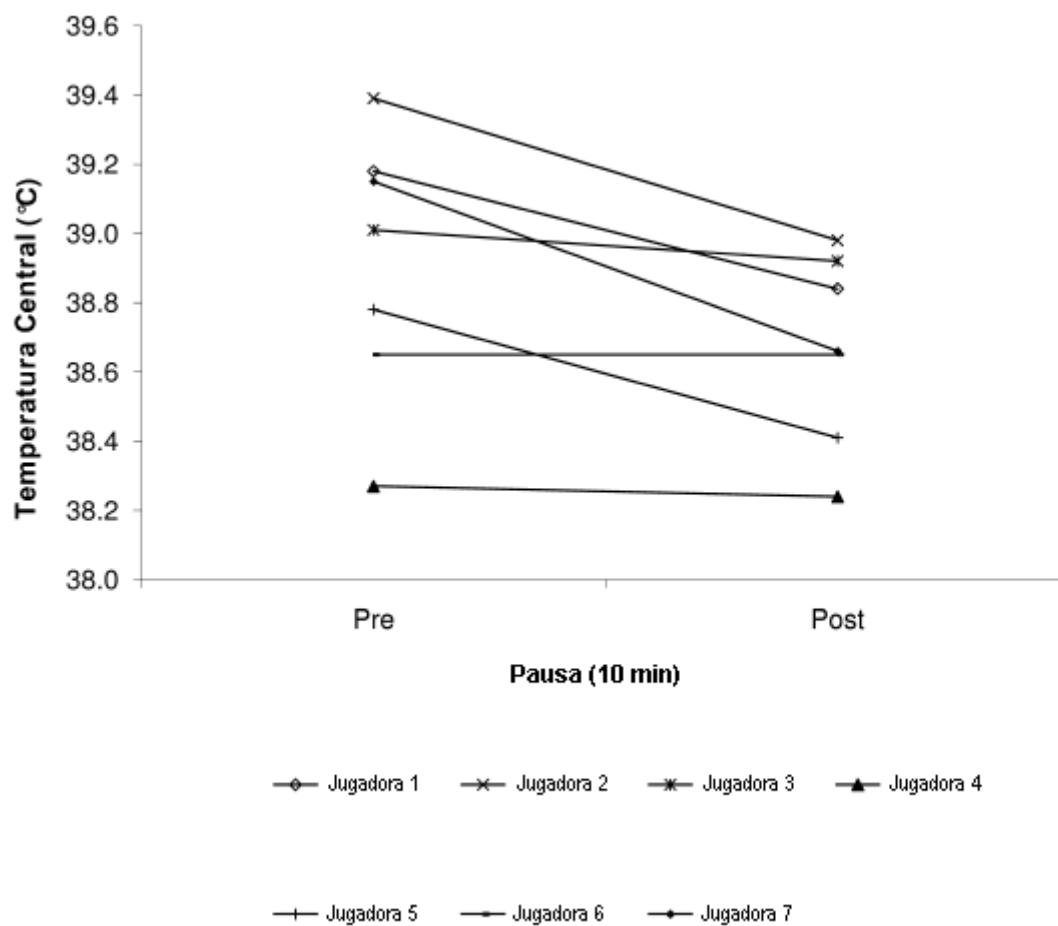


Figura 2. Respuestas individuales de la temperatura central de las 7 jugadoras inmediatamente antes y después de la pausa de 10 minutos. Nota: Las jugadoras 1, 3, 5 y 7 utilizaron la pausa de Condición Ambiental Extrema. Las jugadoras 1, 5 y 7 tomaron su descanso en una instalación con aire acondicionado; la jugadora 3 tomo su descanso en una instalación sin aire acondicionado. Las jugadoras 2, 4 y 6 realizaron el descanso para la utilización del baño.

Equilibrio Hídrico

El estatus de hidratación pre-partido se determinó utilizando una muestra de orina recolectada antes del comienzo del partido y todas las jugadoras comenzaron con una USG ≥ 1.020 (USG = 1.025 ± 0.003). La masa corporal previa al partido fue de 67.7 ± 7.7 kg y las jugadoras perdieron en promedio 0.8 ± 0.7 kg a lo largo de los 119.9 ± 40.6 minutos de partido. La ingesta de fluidos durante el partido fue de 2.9 ± 0.9 L. La tasa de sudoración calculada fue de 2.0 ± 0.5 L/h (1.1 ± 0.2 L/m²/h). El déficit de fluidos durante el partido fue de 0.8 ± 0.7 L, reflejando una reducción aguda de $1.2 \pm 1.1\%$ en la masa corporal.

DISCUSIÓN

Temperatura Central

El incremento en la temperatura central puede tener varias consecuencias negativas para los atletas, incluyendo una potencial reducción del rendimiento (11-14). En jugadores de tenis, el incremento en la temperatura central durante partidos de competencia se ha correlacionado positivamente con el tiempo entre los puntos y games y con el número de golpes por rally y la duración total de los rallies (2) - todas estas consideradas variables que pueden influenciar la dinámica de juego.

La temperatura central post partido para las jugadoras de tenis de nuestro estudio fue de $38.65^{\circ}\text{C} \pm 0.20^{\circ}\text{C}$. Este valor es mayor que el reportado previamente en otros jugadores de tenis adultos (38.4°C y 38.45°C) (3,4). Si bien Hornery et al (2) no reportaron la temperatura central media a lo largo de los partidos, la temperatura pico de los jugadores profesionales (38.9°C) fue mayor que la temperatura pico media reportada durante partidos no oficiales (4, 15) y más similar a los valores observados para las jugadoras de nuestro estudio ($39.13^{\circ}\text{C} \pm 0.34^{\circ}\text{C}$). En la Tabla 2 se presenta una comparación de los datos de la temperatura central disponibles en la literatura. Creemos que las diferencias entre los partidos de tenis oficiales y no oficiales pueden deberse a un sostenido estrés ambiental, a una mayor intensidad de esfuerzo o a una combinación de factores.

Actividad	Estudio						
	El Presente Estudio, Partidos Oficiales durante un Torneo	Hornery et al (2). Partidos Oficiales durante un Torneo (Hombres)	Bergeron et al (1) Partidos Oficiales durante un Torneo (Hombres Júnior)	Morante y Brotherhood (4) Partidos Simulados	Morante y Brotherhood (3) Partidos Simulados	Bergeron et al (5) Sesiones de Entrenamiento Específico de Tenis (Prueba con Consumo de Agua)	Bergeron et al (5) Sesiones de Entrenamiento Específico de Tenis (Prueba con consumo de Bebidas con Carbohidratos y Electrolitos)
Temperatura de Globo Húmedo ($^{\circ}\text{C}$)	29.9	32.0 ^a	29.6	22.5	24.4	26.6	26.3
Jugadores Estudiados (n)	10	6	8	25	7 ^b	14	14
Temperatura Rectal ($^{\circ}\text{C}$)							
Media	38.7	NA	38.7 ^c	38.45	38.4	38.20	37.97
Pico	39.1	38.9	NA	38.72	NA	38.5 ^c	38.3 ^c
Cambio luego de la Pausa de 10 min	0.25 ^d	NA	0.3 ^e	NA	NA	NA	NA
Reducción en el Peso Corporal (%)	0.9	1.05	0.9	NA	NA	0.9	0.5

Tabla 2. Resume de las respuestas de la temperatura central en jugadores de tenis: En el presente estudio y en la literatura. Abreviaturas: NA, no disponible. a = Temperatura de globo húmedo; b = solo se incluyeron datos de jugadoras de elite; c = Temperatura estimada en base a los datos; d = pausa de 10 minutos durante el partido; e = pausa de 10 minutos post partido.

En el presente estudio, el incremento en la temperatura promedio entre el valor inicial y el pico fue de $1.33^{\circ}\text{C} \pm 0.41^{\circ}\text{C}$ y ocurrió luego de 78.7 ± 31.4 minutos de juego. Luego de la pausa de 10 minutos en el juego, la temperatura central se redujo en $0.25^{\circ}\text{C} \pm 0.20^{\circ}\text{C}$ para 6 de las 7 participantes (Figura 2). Además, las 4 jugadoras cuya temperatura fue de 39.0°C inmediatamente antes de la pausa experimentaron una reducción a valores por debajo del umbral de los 39.0°C que algunos investigadores consideran el punto de corte de seguridad durante un trabajo en el laboratorio. Este hallazgo nos lleva a pensar que la pausa de 10 minutos puede ser beneficiosa para reducir la temperatura central, especialmente en aquellos con un alto riesgo de progresar a la hipertermia. Bergeron et al (1) midieron la temperatura central en jóvenes adolescentes 10 minutos después del partido y no observaron un incremento significativo en este punto. Con 8 participantes y una reducción estimada de 0.3°C , creemos que la variabilidad en el cambio de la temperatura observada y los análisis estadísticos utilizados (análisis de varianza para medidas repetidas) pudieron haber contribuido a su imposibilidad de hallar una reducción estadísticamente significativa en la temperatura central.

Varias limitaciones pudieron haber influenciado el grado en el cual los jugadores se enfriaron dentro de la pausa de 10 minutos y, a su vez, pudieron haber imposibilitado una mayor reducción. Una inconsistencia fue que no se estandarizó la condición ambiental durante la cual se llevó a cabo la pausa de 10 minutos entre las jugadoras. Debido que se controla estrictamente el límite de tiempo de la pausa, no siempre fue posible o práctico para las jugadoras moverse a una instalación con aire acondicionado; por lo tanto, si bien algunas jugadoras pudieron descansar en el vestuario con aire acondicionado, otras, solo pudieron acceder al baño que no poseía aire acondicionado. Un factor adicional fue que la pausa de 10 minutos incluyó actividades físicas y exposición al calor, ya que las jugadoras se movieron (i.e., caminaron rápidamente) hacia un ambiente más fresco. Si el intento es reducir el riesgo clínico relacionado a la elevada temperatura corporal, la evaluación sistemática de la duración y las estrategias para el enfriamiento durante estas pausas en los partidos de tenis en el calor está garantizada.

Hidratación

Las jugadoras en el presente estudio generalmente mantuvieron su estatus de hidratación a lo largo del partido, perdiendo un poco más del 1% de su masa corporal pre-partido. Si bien es posible que los jugadores cambien su comportamiento en respuesta a estar siendo estudiados, no observamos indicaciones de esto, y el cambio medio en la masa corporal observado es similar a las pérdidas de masa corporal registradas en adolescentes y adultos varones durante partidos oficiales (2,16), en jugadores universitarios luego de partidos simulados (15) y luego de sesiones de práctica en jugadores adolescentes (5). Los niveles de deshidratación en nuestro estudio fueron bajos, pero estudios previos sugieren que los atletas que están mínimamente deshidratados aun experimentan incrementos en la temperatura central. Claremont et al (17) reportaron que la temperatura central se incrementó 0.7°C en participantes que perdieron solo 0.9% de su masa corporal. Posiblemente más significativo para los atletas es el hallazgo de que la pérdida del 1% de la masa corporal durante un partido de tenis estuvo correlacionada con cambios severos en las características del servicio (2).

Antes de comenzar el partido, las 7 jugadoras exhibieron una USG de 1.020 o mayor. La gravedad específica de la orina es una medida válida del estatus de hidratación de un individuo y ha sido recomendada por la NATA como criterio para estimar el estatus de hidratación (18). Utilizando estas recomendaciones, se proyectó que las participantes tendrían una “deshidratación significativa” (19). La inadecuada hidratación al comienzo de una actividad puede representar un mayor problema para los atletas si durante la actividad se adicionan las pérdidas de sudoración a una deshidratación del 3-5% (tal como lo estima la NATA), asociado a una USG mayor de 1.020, debido a que estos niveles de pérdida de fluidos pueden derivar en una reducción del rendimiento y en riesgos de para la salud (19).

La tasa media de sudoración de estas jugadoras, aun cuando fue corregida por el área de superficie corporal ($1.1 \pm 0.2 \text{ L/m}^2/\text{h}$), parece ser una de las mayores reportadas hasta ahora para jugadores de tenis. Las tasas de sudoración para adolescentes (media para la edad = 15.1 años) durante sesiones de práctica fue de $0.67 \text{ L/m}^2/\text{h}$ (5). En adultos, las tasas de sudoración para jugadores de tenis universitarios que compitieron en partidos de tenis simulados también fueron menores ($0.6 \text{ L/m}^2/\text{h}$) (15), al igual que las tasas de sudoración observada en un grupo de tenistas mujeres adultas de diferentes niveles (aproximadamente $0.75 \text{ L/m}^2/\text{h}$) (3). Si se observa más allá de la comunidad del tenis, estas tasas de sudoración son altas comparadas con las observadas en atletas de otros deportes. Se han reportado tasas de sudoración de $0.45 \text{ L/m}^2/\text{h}$ en jugadoras de fútbol (20), de $0.49 \text{ L/m}^2/\text{h}$ en jugadoras de básquetbol (20) e incluso de $0.70 \text{ L/m}^2/\text{h}$ en jugadores de fútbol americano de la División I de la Asociación Nacional de Deporte Universitario (*National Collegiate Athletic Association*) (21). Nosotros especulamos que las tasas observadas en el presente estudio se deben a una combinación de factores, entre los que se incluye el óptimo nivel de aptitud física y la aclimatación al calor; y ambas presunciones se basan en el hecho de que las mediciones fueron llevadas a cabo en un torneo que se realizó a mitad de la temporada (Julio). Además, el mantenimiento de los fluidos corporales (i.e., estatus de hidratación) pudo haber ayudado a estas jugadoras a mantener altas tasas de sudoración a lo largo del partido en combinación con condiciones de juego intenso y de calor.

En resumen, este es el primer estudio que investigó los efectos térmicos de la pausa de 10 minutos, hallando una reducción significativa en la temperatura central. Las mediciones del balance hídrico mostraron que este grupo de jugadores profesionales de tenis fueron capaces de reemplazar la mayoría de las pérdidas de fluidos, incurriendo en un déficit de masa corporal de solo el 1.2% en aproximadamente 120 minutos de juego en el calor. Tal como lo han indicado recientemente otros investigadores, la termorregulación puede ser una preocupación para los jugadores de tenis durante un partido oficial. Por lo tanto, los futuros estudios deberían investigar sistemáticamente aquellas estrategias para reducir este impacto. Además, es necesario determinar el efecto de la reducción de la temperatura central luego de la pausa de 10 min sobre la seguridad y el rendimiento físico de los jugadores de tenis.

Puntos Clave

- La temperatura central media a lo largo de los partidos de tenis fue de $38.5^\circ\text{C} \pm 0.20^\circ\text{C}$, y la temperatura pico fue de $39.12^\circ\text{C} \pm 0.34^\circ\text{C}$. El incremento medio en la temperatura central fue de $1.33^\circ\text{C} \pm 0.41^\circ\text{C}$ luego de 78.7 ± 31.4 minutos de juego.
- Luego de la pausa de 10 min, la temperatura central se redujo en $0.25^\circ\text{C} \pm 0.20^\circ\text{C}$ en 6 de las 7 jugadoras, incluyendo aquellas cuya temperatura se encontraba por encima de los 39.0°C .
- Las jugadoras generalmente mantuvieron su estatus de hidratación a lo largo del partido, perdiendo apenas más del 1% de su masa corporal previa al partido.

Agradecimientos

Agradecemos a Amber Donalson y a Carole Doherty de Sony Ericsson WTA Tour por su asistencia y a las jugadoras de la WTA que participaron en el estudio. También agradecemos a Beth Stover-Mooradian, MS, y a John Eric Smith, PhD, por su asistencia en la recolección de los datos.

REFERENCIAS

1. Bergeron M. F., McLeod K. S., Coyle J. F (2007). Core body temperature during competition in the heat: national boys' 14s junior tennis championships. *Br J Sports Med*; 41(11):779-783
2. Hornery D. J., Farrow D., Mujika I., Young W (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med*; 41(8):531-536
3. Morante S. M., Brotherhood J. R (2007). Air temperature and physiological and subjective responses during competitive singles tennis. *Br J Sports Med* ;41(11):773-778
4. Morante S. M., Brotherhood J. R (2008). Autonomic and behavioural thermoregulation in tennis. *Br J Sports Med*; 42(8):679-685
5. Bergeron M. F., Waller J. L., Marinik E. L (2006). Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverage versus water. *Br J Sports Med*; 40(5):406-410
6. Armstrong L. E., Casa D. J., et al (2007). American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand: exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc*; 39(3):556-572
7. Binkley H. M., Beckett J., Casa D. J., Kleiner D. M., Plummer P. E (2002). National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. *J Athl Train*; 37(3):329-343
8. Byrne C., Lim C. L (2007). The ingestible telemetric body core temperature sensor: a review of validity and exercise applications. *Br J Sports Med*; 41(3):126-133
9. Casa D. J., Becker S. M., Ganio M. S., et al (2007). Validity of devices that assess body temperature during outdoor exercise in the heat. *J Athl Train*; 42(3):333-342
10. Cohen J (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*; pp. 25-27
11. Gonzalez-Alonso J., Teller C., Andersen S. L., Jensen F. B., Hyldig T., Nielsen B (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol*; 86(3):1032-1039
12. Morris J. G., Nevill M. E., Williams C (2000). Physiological and metabolic responses of female games and endurance athletes to prolonged, intermittent, high-intensity running at 30° and 16°C ambient temperatures. *Eur J Appl Physiol*; 81(1-2):84-92
13. Nybo L., Jensen T., Nielsen B., Gonzalez-Alonso J (2001). Effects of marked hyperthermia with and without dehydration on VO2 kinetics during intense exercise. *J Appl Physiol*; 90(3):1057-1064
14. Nybo L., Nielsen B (2001). Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol*; 91(3):1055-1060
15. Bergeron M. F., Maresh C. M., Armstrong L. E., et al (1995). Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment. *Int J Sport Nutr*; 5(3):180-193
16. Bergeron M. F (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport*; 6(1):19-27
17. Claremont A. D., Nagle F., Reddan W. D., Brooks G. A (1975). Comparison of metabolic, temperature, heart rate and ventilatory responses to exercise at extreme ambient temperatures (0° and 35°C). *Med Sci Sports*; 7(2):150-154
18. Bartok C., Schoeller D. A., Sullivan J. C., Clark R. R., Landry G. L (2004). Hydration testing in collegiate wrestlers undergoing hypertonic dehydration. *Med Sci Sports Exerc*; 36(3):510-517
19. Casa D. J., Armstrong L. E., Hillman S. K., et al (2000). National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train*; 35(2):212-224
20. Broad E. M., Burke L. M., Cox G. R., Heeley P., Riley M (1996). Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *Int J Sport Nutr*; 6(3):307-320
21. Stofan J. R., Osterberg K. L., Horswill C. A., et al (2007). Daily fluid turnover during preseason training in U.S. college football. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 17(4):340-351

Cita Original

Melissa L. Tippet, John R. Stofan, Magie Lacambra, and Craig A. Horswill. Core Temperature and Sweat Responses in Professional Women's Tennis Players During Tournament Play in the Heat. *J Athl Train*. (2011); 46(1): 55-60.