

Guías y Declaraciones de Consenso
Volumen 24, número 2, pp. 1-27
Abre 1º de julio, cierra 31 de diciembre, 2026
ISSN: 1659-4436



Directrices y herramienta web de la Asociación de Medicina Deportiva de Australia para el manejo de riesgos por calor extremo

Federico Tartarini, James W. Smallcombe, Grant P. Lynch, Troy J. Cross, Carolyn Broderick y Ollie Jay

Envío original: 2024-12-07 | Reenviado: 2025-02-20 | Aceptado: 2025-03-12
Publicado en versión en español: 2026-07-01 *

Doi: <https://doi.org/10.15517/qpkfc873>

¿Cómo citar este artículo?

Tartarini, F., Smallcombe, J.W., Lynch, G.P., Cross, T.J., Broderick, C., y Jay, O. (2026). Directrices y herramienta web de la Asociación de Medicina Deportiva de Australia para el manejo de riesgos por calor extremo. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 24(2), e9780. <https://doi.org/10.15517/qpkfc873>

* Artículo traducido al español con permiso de la revista y de los autores, como un servicio especial para los lectores de habla hispana. Para los manuscritos que se publiquen en inglés, se recomienda citar el artículo original. Original en inglés disponible en: Tartarini, F., Smallcombe, J.W., Lynch, G.P., Cross, T.J., Broderick, C., y Hay, O. (2025). The Sports Medicine Australia extreme heat risk and response guidelines and web tool. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 28(2025), 690-699. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2025.03.006>

Directrices y herramienta web de la Asociación de Medicina Deportiva de Australia para el manejo de riesgos por calor extremo

The Sports Medicine Australia extreme heat risk and response guidelines and web tool

Diretrizes e ferramenta on-line da Associação Australiana de Medicina Esportiva para o gerenciamento de riscos relacionados ao calor extremo

Federico Tartarini  ¹

James W. Smallcombe  ²

Grant P. Lynch  ³

Troy J. Cross  ⁴

Carolyn Broderick  ⁵

Ollie Jay  ⁶

Resumen: La nueva política sobre calor extremo (EHP, por sus siglas en inglés) publicada por *Sports Medicine Australia* (Asociación de Medicina Deportiva de Australia; las siglas en inglés son SMA) en 2021 (SMA EHP v1 [2021]) se diseñó para proteger a los adultos sanos que practican deportes recreativos frente a las enfermedades provocadas por el calor. Mediante el uso de un modelo biofísico básico de equilibrio térmico para estimar el riesgo de estrés térmico, esta política sobre calor extremo supuso una mejora significativa con respecto a la política utilizada anteriormente por la SMA (2009). Sin embargo, los comentarios de la comunidad pusieron de relieve oportunidades de mejora adicional. Concretamente, se informó de que el riesgo de estrés térmico se subestimaba en condiciones extremas de mucho calor y sequedad, pero se sobreestimaba en condiciones extremas de humedad. Dado que la SMA EHP v1 (2021) es un documento normativo impreso, los usuarios debían consultar manualmente los gráficos de 40 deportes —clasificados a grandes rasgos en cinco grupos distintos— para determinar el riesgo global de estrés térmico utilizando datos de temperatura y humedad extraídos de los servicios meteorológicos locales, un proceso vulnerable al error humano. En este trabajo, se propone una nueva actualización de la política de calor extremo de la SMA (SMA EHP v2 [2024]). Adaptando el modelo validado de Esfuerzo Térmico Predicho de la Organización Internacional de Normalización, se desarrollaron curvas de riesgo de estrés térmico actualizadas para los 40 deportes más populares de Australia con el objetivo de proporcionar una mayor protección en condiciones extremas de calor y sequedad, teniendo en cuenta las elevadas tasas de sudoración requeridas y el esfuerzo cardiovascular adicional. La SMA EHP v2 (2024) reduce los altos niveles de interrupción del juego registrados anteriormente en condiciones extremas de humedad, recomendando preferentemente el enfriamiento activo y los descansos. También incorpora tasas metabólicas específicas de cada deporte, la vestimenta y

¹ University of Sydney, Camperdown, Australia. Correo electrónico: federico.tartarini@sydney.edu.au

² University of Sydney, Camperdown, Australia. Correo electrónico: james.smallcombe@sydney.edu.au

³ University of Sydney, Camperdown, Australia. Correo electrónico: grant.lynch@sydney.edu.au

⁴ University of Sydney, Camperdown, Australia. Correo electrónico: troy.cross@sydney.edu.au

⁵ UNSW, Sydney, Australia. Correo electrónico: c.broderick@unsw.edu.au

⁶ University of Sydney, Camperdown, Australia. Correo electrónico: ollie.jay@sydney.edu.au



las velocidades del viento autogeneradas para proporcionar estimaciones más precisas del riesgo de estrés térmico. Se describe una herramienta web multiplataforma de libre acceso que permite una implementación cómoda, con clasificación del riesgo específica por ubicación y hora a hora, recomendaciones jerárquicas de estrategias de reducción del riesgo y previsión del riesgo a 7 días (<https://sma-heat-policy.sydney.edu.au>). La plataforma se dirige a usuarios como administradores deportivos, entrenadores y equipos médicos deportivos responsables de la seguridad y el bienestar de adultos sanos que practican deportes recreativos y comunitarios en climas cálidos, así como personas que deseen gestionar el riesgo de estrés térmico durante actividades de entrenamiento planificadas.

Palabras clave: deporte comunitario, seguridad frente al calor, trastornos de estrés por calor, refrigeración, mitigación del estrés térmico, clima caliente.

Abstract: The new extreme heat policy (EHP) issued by Sports Medicine Australia (SMA) in 2021 (SMA EHP v1 (2021)) was designed to protect healthy adults playing recreational sports from heat-related illness. Using a fundamental bio physical heat balance model to estimate heat stress risk, this extreme heat policy offered significant improvements on the policy previously used by SMA (2009). Yet, community feedback highlighted opportunities for further improvement. Specifically, heat stress risk was reportedly underestimated in very hot and dry extremes but overestimated in humid extremes. Due to SMA EHP v1 (2021) being a printed policy document, users were required to manually consult graphs for 40 sports – which were broadly classified into 5 separate groups – to determine the overall heat stress risk using temperature and humidity data extracted from local weather services – a process vulnerable to human error. Here, we propose a further updated SMA extreme heat policy (SMA EHP v2 (2024)). Adapting the validated International Standards Organisation Predicted Heat Strain model, updated heat stress risk curves were developed for the 40 most popular Australian sports with the aim of providing greater protection in very hot and dry extremes by accounting for high required sweat rates and additional cardiovascular strain. SMA EHP v2 (2024) reduces previously high rates of disruption to play in humid extremes by preferentially recommending active cooling and rest breaks. It also incorporates sport-specific metabolic rates, clothing and self-generated wind speeds to provide more precise estimations of heat stress risk. A freely accessible cross-platform web tool is described enabling convenient implementation with location specific, hour-by-hour risk classification, hierarchical recommendations of risk reduction strategies, and 7-day risk forecasting (<https://sma-heat-policy.sydney.edu.au>). Intended users are sporting administrators, coaches, and sport medical teams responsible for the safety and well-being of healthy adults engaging in recreational and community sports in hot weather, and people wishing to manage heat stress risk during planned training activities.

Keywords: community sport, heat safety, heat illness, cooling, heat stress mitigation, hot weather.

Resumo: A nova Política de Calor Extremo (EHP, na sigla em inglês), publicada pela Sports Medicine Australia (Associação de Medicina Esportiva da Austrália; SMA) em 2021 (SMA EHP v1 [2021]), foi elaborada para proteger adultos saudáveis que praticam esportes recreativos de doenças relacionadas ao calor. Ao utilizar um modelo biofísico básico de equilíbrio térmico para

estimar o risco de estresse térmico, esta política de calor extremo representou uma melhoria significativa em relação à política anteriormente utilizada pela SMA (2009). No entanto, os comentários da comunidade destacaram oportunidades para melhorias adicionais. Especificamente, foi relatado que o risco de estresse térmico foi subestimado em condições extremas de calor intenso e seca, mas superestimado em condições extremas de umidade. Como a SMA EHP v1 (2021) é um documento normativo impresso, os usuários tiveram que consultar manualmente os gráficos de 40 modalidades esportivas — classificadas em cinco grupos distintos — para determinar o risco geral de estresse térmico usando dados de temperatura e umidade obtidos de serviços meteorológicos locais, um processo vulnerável a erros humanos. Neste trabalho, é proposta uma nova atualização da política de calor extremo da SMA (SMA EHP v2 [2024]). Adaptando o modelo validado de Previsão de Estresse Térmico da Organização Internacional de Normalização, curvas de risco de estresse térmico atualizadas foram desenvolvidas para os 40 esportes mais populares da Austrália, com o objetivo de proporcionar maior proteção em condições de calor extremo e seca, levando em consideração as altas taxas de transpiração exigidas e o esforço cardiovascular adicional. A SMA EHP v2 (2024) reduz a frequência (taxas) anteriormente elevada de interrupções de jogo em condições de umidade extrema, recomendando preferencialmente o resfriamento ativo e pausas. O método também incorpora taxas metabólicas específicas do esporte, vestimentas e velocidades do vento autogeradas para fornecer estimativas mais precisas do risco de estresse térmico. É descrita uma ferramenta on-line multiplataforma gratuita que permite uma implementação conveniente, com classificação de risco específica para cada local e hora a hora, recomendações hierárquicas para estratégias de redução de risco e previsão de risco de 7 dias (<https://sma-heat-policy.sydney.edu.au>). A plataforma destina-se a usuários como administradores esportivos, treinadores e equipes de medicina esportiva responsáveis pela segurança e bem-estar de adultos saudáveis que praticam esportes recreativos e comunitários em climas quentes, bem como a indivíduos que desejam gerir o risco de estresse térmico durante atividades de treino planejadas.

Palavras-chave: esporte comunitário, segurança térmica, distúrbios relacionados ao estresse térmico, resfriamento, mitigação do estresse térmico, clima quente.

Aplicaciones prácticas

- Se presenta una versión modificada de la *Política sobre calor extremo* de *Sports Medicine Australia*, diseñada para proteger a los miembros de la comunidad que practican deportes recreativos y comunitarios en climas cálidos en toda Australia.
- Se ha puesto a disposición del público una herramienta web gratuita que permite evaluar fácilmente el riesgo de estrés térmico en más de 30 deportes, basándose en datos ambientales extraídos automáticamente de la estación meteorológica más cercana.
- Los usuarios de la herramienta web en línea reciben estrategias de reducción del riesgo de estrés térmico basadas en la evidencia y adaptadas al nivel de riesgo de estrés térmico al que se enfrentan.
- Los usuarios a los que va dirigida son administradores deportivos, entrenadores y equipos médicos deportivos responsables de la seguridad y el bienestar de adultos sanos que practican deportes recreativos y comunitarios, así como actividad física, en climas cálidos.



1. Introducción

El deporte y la actividad física son pilares fundamentales del estilo de vida australiano. En 2023, el 78 % de todos los adultos declaró practicar algún tipo de deporte o actividad física, mientras que el 40 % afirmó hacerlo cada semana (Australian Sports Commission, [2023](#)). Las preferencias deportivas de la población australiana son diversas, siendo el trote y el ciclismo algunos de los deportes más populares tanto entre hombres como entre mujeres (Australian Sports Commission, [2023](#)). Deportes como el críquet y el tenis se practican tradicionalmente en verano, pero los australianos disfrutan de otras actividades recreativas habituales durante todo el año.

Otra característica distintiva de Australia es su clima. Los veranos son largos y muy calurosos, con temperaturas ambientales a la sombra que superan habitualmente los 35 °C en todas las capitales estatales y sus alrededores (Bureau of Meteorology, [2024](#)). Además, en muchos lugares, las temperaturas superiores a los 30 °C van acompañadas de altos niveles de humedad relativa que dificultan aún más la disipación del calor corporal, al restringir la evaporación del sudor. Por ello, el riesgo de sufrir una enfermedad provocada por el calor, que se caracteriza por náuseas, mareos, vómitos y síncope —y que puede incluso provocar la muerte (Waters, [2001](#))—, aumenta progresivamente a medida que el entorno se vuelve más cálido y húmedo (Cooper et al., [2016](#); Lippman et al., [2013](#)). Durante el ejercicio, los límites ambientales críticos a partir de los cuales pueden comenzar a desarrollarse trastornos de estrés por calor son más bajos que cuando las personas están en reposo, ya que las grandes cantidades de calor metabólico generadas por la musculatura activa deben disiparse al entorno para evitar el desarrollo de una hipertermia peligrosa (González-Alonso et al., [2000](#)).

Aunque los trastornos mortales por calor durante la práctica deportiva son relativamente poco frecuentes, en las últimas décadas se han registrado en Australia miles de casos de enfermedades provocadas por el calor (por ejemplo, agotamiento por calor) durante competiciones y entrenamientos deportivos (Howe y Boden, [2007](#); Nichols, [2014](#); Driscoll et al., [2008](#)). Los casos recogidos en estos datos son únicamente aquellos que han dado lugar a una hospitalización directa, y se acepta de forma generalizada que la incidencia de trastornos de estrés por calor en el deporte está muy infravalorada (Thompson et al., [2023](#)). Ante esta preocupación, *Sports Medicine Australia* (SMA) ha proporcionado históricamente una política pública sobre calor extremo (EHP) como medida de protección.

Hace veinte años, la SMA publicó las directrices *Prevención de enfermedades por calor en el deporte* y, en 2009, publicó las *Directrices para climas cálidos* actualizadas (Sports Medicine Australia, [2007](#)). Si bien estas directrices se basaban en la mejor evidencia científica disponible en ese momento —y sin duda sirvieron para proteger al público contra los efectos nocivos de las enfermedades por calor relacionadas con el esfuerzo físico—, presentaban varias limitaciones importantes. La estratificación gradual del riesgo utilizada en la política de la SMA (2009) dejaba lagunas entre las categorías de riesgo. Por ejemplo, las condiciones de calor extremo pero relativamente seco (temperatura del aire > 38 °C y humedad relativa [HR] < 30 %) quedaban sin clasificar. Estas condiciones, que se observan habitualmente en todas las principales ciudades de Australia, producen temperaturas de punto de rocío relativamente bajas, pero provocan altos niveles de sudoración y estrés fisiológico, especialmente durante el ejercicio. Además, cuando el estrés térmico combinado impuesto por una temperatura y humedad ambientales dadas se expresa simplemente mediante un único valor, por ejemplo, un



«índice de calor», según la política SMA de 2009, casi todas las condiciones de la zona «alta» y aproximadamente un tercio de las de la zona «moderada» superaban el umbral de estrés térmico más alto para «extremo» (36 °C, 30 % HR [Jay et al., 2021]). Para proteger la salud de los australianos que practican deportes de verano, era fundamental subsanar estas lagunas de la política inicial de la SMA con conocimientos basados en la evidencia y un modelo fisiológico que tuviera en cuenta la vestimenta, la tasa metabólica y la duración de la actividad.

En 2021, se elaboró una versión actualizada de la *Política de calor extremo* de la SMA (SMA EHP v1, 2021 [Cramer y Jay, 2019]). En ella, se utilizó un modelo biofísico fundamental de equilibrio térmico (Gagge y Gonzalez, 1994) para determinar la combinación de temperatura del aire de bulbo seco (medida a la sombra) y la humedad relativa correspondiente a partir de la cual se prevé que se alcancen niveles críticos de riesgo de estrés térmico para la salud (Gagge y Gonzalez, 1994; Victoria, 2024). Estos modelos se ajustaron para tener en cuenta los efectos de la radiación térmica del sol, la vestimenta y el nivel de actividad. La SMA EHP v1 (2021) también adoptó un enfoque continuo para definir el riesgo de estrés térmico, abarcando todas las combinaciones posibles de temperatura ambiente y humedad relativa. Una vez alcanzado el umbral de riesgo, un sencillo sistema de codificación por colores indica las medidas de refrigeración óptimas, basadas en la evidencia, que deben adoptarse para minimizar el riesgo de estrés térmico. Desde su lanzamiento, el SMA EHP v1 (2021) ha sido ampliamente adoptado por deportistas aficionados y organizaciones y códigos deportivos comunitarios en todo el país (Football NSW, 2023; Volleyball Western Australia, 2022; Zuo y McCullough, 2004) y se ha utilizado para fundamentar la toma de decisiones en entornos deportivos comunitarios recreativos.

Sin embargo, a pesar de las claras ventajas de la versión actualizada del SMA EHP v1 (2021), se señalaron varias oportunidades de mejora. En primer lugar, la política, dirigida principalmente a los deportistas aficionados, resulta demasiado permisiva en condiciones de calor extremo pero seco, ya que permite que la actividad continúe durante demasiado tiempo. Por ejemplo, permite la práctica del tenis y el fútbol cuando la temperatura ambiente es superior a 38 °C con una humedad relativa de aproximadamente 20 %. Sin embargo, condiciones ambientales similares provocaron la suspensión de los partidos en el caso de deportistas profesionales altamente entrenados y con una resistencia óptima al calor que competían en el torneo de tenis del Abierto de Australia de 2024 y en los encuentros de fútbol de la *A-League* en 2022. Por otra parte, la SMA EHP v1 (2021) puede resultar demasiado conservadora en condiciones cálidas pero muy húmedas. Esto resulta especialmente problemático para algunas regiones de Australia donde estas condiciones se dan con frecuencia (por ejemplo, Darwin) y donde, de aplicarse, habría supuesto al menos una hora de suspensión de la actividad en al menos 158 días (el 86 %) entre el 1 de octubre y el 31 de marzo para el fútbol durante un año meteorológico típico. Una clasificación de riesgo excesivamente conservadora provoca una interrupción excesiva de las actividades y aumenta la probabilidad de incumplimiento de las recomendaciones de las directrices.

Además, al tratarse de un documento impreso, la SMA EHP v1 (2021) establece una distinción general entre los niveles de actividad específicos de cada deporte y los requisitos de indumentaria y equipamiento, dividiendo los 40 deportes más populares en 5 categorías de riesgo térmico. Este enfoque limita el grado en que las directrices para la gestión del estrés térmico pueden adaptarse a las exigencias específicas de cada deporte. Por ejemplo, se supone que la velocidad del viento es constante —y mínima (0.5 m·s⁻¹)— para todos los

deportes. Esta suposición no tiene en cuenta el flujo de aire autogenerado debido a la propulsión del cuerpo a través del aire y al movimiento de las extremidades, lo que modifica la transferencia de calor entre el cuerpo humano y el entorno a través de vías convectivas y evaporativas. En condiciones de mucho calor (por ejemplo, $>35^{\circ}\text{C}$), un flujo de aire elevado influye especialmente en deportes como el ciclismo, debido a los aumentos desproporcionadamente grandes de la ganancia de calor seco procedente del entorno en relación con las diferencias mínimas en el potencial de enfriamiento por evaporación (Gagge y Gonzalez, [1994](#)). Condiciones ambientales similares ($>38^{\circ}\text{C}$, $\sim 10\%$ de HR) provocaron una importante interrupción de la prueba ciclista *Tour Down Under* de 2018, en la que competían atletas de élite, y supondrán un mayor riesgo para la seguridad de los deportistas aficionados. Sin embargo, estas condiciones no fueron reflejadas adecuadamente por el SMA EHP v1.

Por último, esta política presenta limitaciones generales de accesibilidad y uso. Los usuarios deben consultar un documento físico para determinar el riesgo de estrés térmico de una actividad determinada en un día concreto, utilizando datos de temperatura y humedad obtenidos manualmente de servicios meteorológicos en línea. Esta tarea es un proceso laborioso y propenso a errores que debe repetirse cada hora.

Para superar estas limitaciones y garantizar que la política gestione adecuadamente el riesgo de estrés térmico en todos los deportes incluidos, se propone una política modificada (SMA EHP v2, 2024), con el fin de calcular el riesgo de estrés térmico específico para cada deporte en el caso de adultos que practican 33 deportes distintos a nivel recreativo. También, se describe el desarrollo de una herramienta web complementaria multiplataforma de libre acceso que permite a los usuarios aplicar la política a nivel específico de cada deporte de forma cómoda e incluye una clasificación del riesgo hora por hora, además de una previsión del riesgo para los próximos 7 días. Los usuarios a los que va dirigida son administradores deportivos, entrenadores y equipos médicos deportivos responsables de la seguridad y el bienestar de adultos sanos que practican deportes recreativos y comunitarios en climas cálidos, así como personas que deseen gestionar el riesgo de estrés térmico durante actividades de entrenamiento planificadas. También se describen en este documento los fundamentos científicos de la SMA EHP v2 (2024).

2. Desarrollo de la política modificada sobre calor extremo: SMA EHP v2 (2024)

Selección y caracterización de los deportes

Se utilizaron datos de la encuesta AusPlay (Australian Sports Commission, [2023](#)) para identificar los deportes más populares en Australia. Se excluyó cualquier deporte en el que los participantes se encuentren predominantemente sumergidos en el agua (por ejemplo, la natación) debido al profundo impacto que el agua tiene en el intercambio térmico del ser humano con el entorno. Para cada deporte, se obtuvieron datos relativos al aislamiento de la ropa, la tasa metabólica y la duración prevista de la actividad con el fin de proporcionar datos de entrada al modelo termofisiológico utilizado para calcular el riesgo de estrés térmico (Ainsworth et al., [2011](#); Ely et al., [2007](#); Jetté et al., [1990](#)). Cuando no se disponía de datos específicos para cada deporte en la bibliografía científica existente, se realizaron estimaciones basadas en los datos disponibles para el deporte con el perfil más similar (por ejemplo, si no se

disponía de datos para la Liga de Rugby, se utilizaron los datos de la Unión de Rugby, etc.). Las hipótesis formuladas para cada deporte se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1.

Deporte/actividad, tasa metabólica asociada e indumentaria utilizada para calcular el riesgo de estrés térmico.

Deporte	I _{cl} (clo)	Intensidad (MET)	V(m·s ⁻¹)	Duración (min)
Atletismo de campo	0.25	7.0	1.00	60
Baloncesto	0.37	7.5	0.75	45
Béisbol	0.70	6.0	0.75	120
Bolos	0.50	5.0	0.50	180
Caminar a paso ligero	0.50	5.0	0.50	180
Carrera de fondo	0.37	7.5	2.00	60
Ciclismo	0.40	7.0	5.00	60
Ciclismo de montaña	0.55	7.5	5.00	60
Críquet	0.70	6.0	0.75	120
Equitación	0.90	7.4	4.00	60
Escalada	0.60	7.5	1.00	45
Fútbol	0.47	7.5	1.00	45
Fútbol americano de contacto	0.40	7.5	0.75	45
Fútbol australiano	0.47	7.5	0.75	45
Golf	0.50	5.0	0.50	180
Hockey sobre hierba	0.60	7.4	0.75	45
Kayak	0.60	7.5	2.00	60
Netball	0.37	7.5	0.75	45
Oztag	0.40	7.5	0.75	45
Pesca	0.90	4.0	0.50	180
Pickleball	0.40	6.5	0.50	60
Piragüismo	0.60	7.5	2.00	60
Rápel	0.60	5.5	0.50	120
Remo	0.40	7.5	2.00	60
Rugby	0.47	7.5	0.75	45
Rugby a 15	0.47	7.5	0.75	45
Sóftbol	0.90	6.1	1.00	120
Tenis	0.40	7.0	0.75	60
Tiro	0.60	5.0	0.50	120
Tiro con arco	0.70	4.3	0.50	180
Vela	1.00	6.5	3.00	180
Voleibol	0.37	6.8	0.75	60

Nota. La tasa metabólica utilizada es 25 % inferior al valor indicado en la referencia correspondiente. I_{cl}: aislamiento intrínseco estimado de la ropa, MET: equivalente metabólico estimado, V: velocidad del aire estimada, Duración: duración estimada de la actividad. Las velocidades del viento son estimaciones conservadoras basadas en condiciones de calma, tienen en cuenta únicamente el flujo de aire autogenerado previsto asociado a cada actividad deportiva. Cuando la velocidad del viento prevista supera el valor autogenerado, se utiliza en el modelo este valor previsto. Fuente: los autores.

La versión modificada del SMA EHP v2 (2024) tiene por objeto proteger a los adultos en buen estado físico y con buena salud (de 18 a menos de 60 años) que no padezcan enfermedades crónicas y que practiquen deportes comunitarios y recreativos, contra el desarrollo de enfermedades relacionadas con el calor, y no a aquellos que participen en

competiciones de alto nivel. En consecuencia, la tasa metabólica media máxima se limita a 7.5 MET. El fundamento de esta decisión es que los adultos que practican deportes comunitarios o recreativos suelen ser capaces de reducir la intensidad de la actividad física a su propio ritmo para compensar los mayores niveles de estrés térmico impuestos por el entorno (Open-Meteo, s.f.) y, en promedio, no pueden sostener tasas metabólicas tan altas como las que sostienen los deportistas de élite.

Recopilación de datos ambientales

Los datos meteorológicos previstos (específicos para un código postal determinado) utilizados por la herramienta web se obtienen mediante consultas a la interfaz de programación de aplicaciones (API) meteorológica proporcionada por Open-Meteo (MET Norway Weather API, [s.f.](#)) y al Instituto Meteorológico de Noruega (GeoNames, [s.f.](#)). Se utilizan dos API para garantizar que la herramienta web siga siendo utilizable incluso si una de ellas dejara de funcionar. Las API son de uso gratuito y proporcionan datos simultáneos por hora de temperatura de bulbo seco y humedad relativa para una ubicación geográfica específica. Los usuarios pueden seleccionar cualquier ubicación en Australia. La latitud y longitud del usuario se determinan utilizando el centroide del código postal.

Se utilizó la base de datos GeoNames (Arens et al., [2015](#)), que incluye códigos postales de 83 países, entre ellos Australia. Esta base de datos permite añadir fácilmente otros países en el futuro para permitir el uso internacional de la herramienta web que aquí se presenta. La API meteorológica también proporciona la velocidad del viento prevista, la nubosidad y la radiación solar directa. Los valores de velocidad del viento proporcionados por la API son representativos de la velocidad del aire a 10 m. A continuación, se ajustaron estos valores para que representen la velocidad del viento a nivel del suelo de acuerdo con la norma AS 1170.2-1989 (Categoría 3). Este valor ajustado de la velocidad del viento se utiliza a continuación en el modelo para clasificar de forma general la velocidad del viento como baja (es decir, inferior a la velocidad del aire autogenerada), moderada (de $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) o alta ($>3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Cabe señalar que la velocidad del viento no se ajustará para los deportes que tengan una velocidad del aire autogenerada superior a $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ya que no se puede determinar la velocidad relativa del aire (entre el movimiento de aire autogenerado y el viento) experimentada. La Tabla 1 contiene la velocidad del aire autogenerada estimada para cada deporte.

Las estimaciones de la radiación solar directa proporcionadas por el API se utilizan para estimar la ganancia del sol al cuerpo humano mediante el campo radiante efectivo (*Effective Radiant Field* [ISO, [2023](#); Kelechava, [2024](#)]). Este enfoque permite estimar la temperatura radiante media y utilizarla como dato de entrada para el modelo termofisiológico.

Modelo termofisiológico

Las variables ambientales (temperatura, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del viento) y personales (vestimenta y tasas metabólicas) se utilizan como datos de entrada en el modelo de carga térmica prevista (*Predicted Heat Strain*, PHS), tal y como se define en la norma ISO 7933:2023 (Ioannou et al., [2019](#)). El PHS es un modelo de dos nodos destinado a la evaluación analítica y la interpretación del estrés térmico que experimenta una persona en un entorno cálido. Puede utilizarse para predecir la tasa de sudoración y la temperatura corporal central que probablemente experimentará un cuerpo humano «típico» en respuesta a factores de estrés ambientales, teniendo en cuenta los factores personales.



Se optó por el PHS pues se trata de un modelo bien establecido y de uso internacional que permite estimar variables fisiológicas en función de factores ambientales y personales; además, se ha utilizado anteriormente de manera similar para cuantificar el estrés térmico ocupacional durante la actividad física de moderada a intensa (Tartarini y Schiavon, [2020](#)). Se utilizó la biblioteca de código abierto *pythermalcomfort* v2.10.0 de Python para calcular los resultados del modelo PHS (Casa et al., [2015](#)). El código utilizado para desarrollar la herramienta web se ha puesto a disposición del público en <https://github.com/FedericoTartarini/tool-sma-extreme-heat-policy> (por favor, cite la versión original en inglés del presente artículo si este código se utiliza o se adapta para trabajos futuros).

Cálculo del riesgo de estrés térmico

Se utilizaron los resultados del modelo PHS para determinar el riesgo de estrés térmico asociado a cada combinación de condiciones de entrada. El SMA EHP v2 (2024) utiliza las mismas cuatro categorías estratificadas de riesgo de estrés térmico que se detallan en el SMA EHP v1 (2021), a saber: riesgo «bajo», «moderado», «alto» y «extremo» (Tabla 2).

Tabla 2.

Lista de estrategias de mitigación del estrés térmico basadas en la evidencia, recomendadas para cada categoría de riesgo de estrés térmico

Categoría de riesgo	Recomendaciones basadas en la evidencia para la mitigación del estrés térmico
Bajo	Recomendación: Aumentar la hidratación y adaptar la vestimenta. Sugerencias detalladas: Mantener la hidratación mediante el consumo regular de líquidos y modificar la vestimenta sigue siendo una forma sencilla pero eficaz de mantenerse fresco y preservar la salud y el rendimiento durante los meses de verano (Sébastien Racinais et al., 2015; Colegio Americano de Medicina Deportiva, Sawka et al. 2007; Havenith, 1999; Davis y Bishop 2013). Debe: • Asegurarse de hidratarse antes del ejercicio consumiendo 6 ml de agua por kilogramo de peso corporal cada 2-3 horas antes de hacer ejercicio. Para una persona de 70 kg, esto equivale a 420 ml de líquido cada 2-3 horas (una botella estándar de bebida deportiva contiene 500 ml). • Beba con regularidad durante el ejercicio. Debe intentar beber lo suficiente para compensar las pérdidas por sudoración, pero es importante evitar beber en exceso, ya que esto también puede tener efectos negativos para la salud. Familiarícese con la cantidad de sudor que suele perder y acostúmbrese a pesarse antes y después del entrenamiento o la competición. • Siempre que sea posible, elija ropa ligera y transpirable con ventilación adicional. Quítese la ropa o el equipo innecesario o las capas de ropa sobrantes. Reduzca la superficie de piel cubierta por la ropa; esto le ayudará a aumentar la evaporación del sudor, lo que a su vez le ayudará a disipar el calor.
Moderado	Recomendación: Aumente la frecuencia y la duración de los descansos. Sugerencias detalladas: Aumentar la frecuencia y la duración de sus descansos durante el ejercicio o las actividades deportivas es una forma eficaz de reducir el riesgo de sufrir enfermedades provocadas por

	el calor, incluso si se dispone de recursos mínimos (Chalmers et al. 2019; Malchaire 1979) . Debería: • Durante las sesiones de entrenamiento, proporcionar un mínimo de 15 minutos de descanso por cada 45 minutos de práctica. • Ampliar en unos 10 minutos los descansos programados que se producen de forma natural durante el desarrollo de un partido de un deporte concreto (por ejemplo, el descanso entre tiempos). Esto resulta eficaz en deportes como el fútbol y el rugby, y puede aplicarse a otros deportes, como el hockey sobre hierba. • Introducir pausas de descanso adicionales que no estén programadas normalmente. Por ejemplo, se pueden introducir pausas de «cuarto de tiempo» de 3 a 5 minutos a mitad de cada parte de un partido de fútbol o rugby, o una pausa para hidratarse de 10 minutos cada hora en un partido de críquet o tras el segundo set de un partido de tenis. • En los deportes de juego continuo sin pausas programadas, se pueden acortar los recorridos o la duración del juego. • Durante todos los descansos en el juego o el entrenamiento, todo el mundo debe buscar la sombra; si no hay sombra natural disponible, deben proporcionarse refugios portátiles contra el sol y agua de libre acceso.
Alta	Recomendación: Aplicar estrategias de refrigeración activa. Sugerencias detalladas: Se deben aplicar estrategias de enfriamiento activo durante los descansos programados y adicionales, o antes y durante la actividad si el juego es continuo. A continuación se presentan estrategias que han demostrado reducir eficazmente la temperatura corporal. La idoneidad y viabilidad de cada estrategia dependerá del tipo de deporte o ejercicio que se practique (Sébastien Racinais et al., 2015; Morris et al., 2019; Giesbrecht et al., 2007; DeGroot et al., 2013; Schraner et al., 2017; Lynch et al., 2018; Jay y Morris, 2018; Morris et al., 2016) . Debería: • Beber líquidos fríos o granizados antes de comenzar el ejercicio. Tenga en cuenta que la ingesta de agua fría o granizados durante el ejercicio es menos eficaz para refrescarse. • Sumergir los brazos y los pies en agua fría. • Rociarse con agua: humedecer la piel con agua fría utilizando una esponja o un pulverizador ayuda a aumentar la evaporación, que es el mecanismo de enfriamiento más eficaz cuando hace calor. • Bolsas de hielo o toallas: coloque una bolsa de hielo o una toalla húmeda llena de hielo picado alrededor del cuello. • Ventiladores eléctricos (con nebulizador): los ventiladores para exteriores pueden ayudar a mantener el cuerpo fresco, especialmente si se combinan con un sistema de nebulización de agua.
Extremo	Recomendación: Considere la posibilidad de suspender el juego. Sugerencias detalladas: Se debe considerar la suspensión del ejercicio o el juego. Si el juego ya ha comenzado, deben detenerse todas las actividades lo antes posible (Colegio Americano de Medicina Deportiva, Armstrong et al., 2007) . Debe:

	• Todos los jugadores deben buscar sombra o un refugio fresco en un espacio con aire acondicionado, si está disponible. • Se deben aplicar estrategias de refrigeración activa.
--	--

Fuente: los autores

Se utilizó un umbral de tasa de sudoración de 850 mL/h para determinar el límite entre el riesgo «bajo» y el «moderado». Las tasas de sudoración por debajo de este umbral limitarán la pérdida de masa corporal a menos del 2 % —por encima de este umbral, la termorregulación se ve afectada negativamente (Périard y Racinais, [2015](#))— en la mayoría de las personas, incluso con un consumo de líquido muy limitado.

Se usó una temperatura central prevista de 39.5 °C para indicar el umbral entre el riesgo «moderado» y el «alto», ya que el ejercicio puede mantenerse de forma generalizada y segura por debajo de este umbral sin que se desarrollen trastornos de estrés por calor en una persona sana y en buena forma física; la reducción de la intensidad del ejercicio a ritmo propio proporcionará una protección adicional (Chalmers et al., [2019](#)). Además, el uso de estrategias de enfriamiento activo no se tiene en cuenta en el modelo PHS en el que se basa el EHP. En el caso de las personas que sigan la recomendación de la política de utilizar el enfriamiento activo cuando el riesgo de estrés térmico pase de moderado a alto, se puede suponer que la temperatura central será aproximadamente 0.5 °C más baja (Armstrong et al., [2007](#); Lynch et al., [2018](#)), lo que reducirá aún más el riesgo de estrés térmico.

En el caso del tiro con arco, los bolos, la pesca, el golf, el tiro deportivo y el senderismo, se utilizó un límite inferior de temperatura corporal prevista de 38.5 °C para indicar la transición de riesgo «moderado» a «alto», ya que el umbral de temperatura corporal para el desarrollo de enfermedades relacionadas con el calor es más bajo en personas más sedentarias, que son las más propensas a participar en estas actividades. Por lo tanto, se consideró apropiada una puntuación de riesgo de estrés térmico más conservadora.

Se utilizó una temperatura central prevista de 40 °C como umbral entre el riesgo «alto» y el «extremo». Está bien establecido que, por encima de este nivel, el riesgo de agotamiento por calor y golpe de calor se eleva notablemente (DeMartini et al., [2014](#); Kelechava, [2024](#)), por lo que se debe recomendar la suspensión de la actividad.

Para cada clasificación de riesgo de estrés térmico se recomiendan estrategias de mitigación del estrés térmico basadas en la evidencia. La SMA EHP v2 (2024) utiliza las mismas recomendaciones que la SMA EHP (2021 [Cramer y Jay, [2019](#)]), ya que se basan en evidencia científica revisada por pares procedente tanto de estudios de laboratorio como de campo (Tabla 1). Las recomendaciones se adaptan al nivel de riesgo de estrés térmico que se experimente. Por ejemplo, cuando el riesgo de estrés térmico es «bajo», se sugieren estrategias sencillas y que perturban mínimamente la actividad, como aumentar la ingesta de líquidos y modificar la vestimenta. A medida que el riesgo de estrés térmico aumenta progresivamente, se recomiendan medidas de refrigeración más intensivas, incluyendo descansos más frecuentes y el uso de estrategias de refrigeración activa (por ejemplo, toallas con hielo e inmersión en agua fría), antes de que finalmente se aconseje la suspensión del juego. Este enfoque sirve para proteger a los deportistas de los efectos adversos para la salud resultantes del estrés térmico, al tiempo que se reducen al mínimo las interrupciones innecesarias de sus actividades.

Aplicación web y visualización de datos

A continuación, el modelo termofisiológico y los parámetros ambientales y personales son procesados por el *backend* de *Python* de la aplicación web SMA para calcular una calificación personalizada del riesgo de estrés térmico. La aplicación web está construida utilizando *Dash*, un marco de trabajo de *Python* para crear aplicaciones de análisis web y sitios web de visualización de datos. Se utiliza *Dash* por tratarse de una biblioteca de código abierto publicada bajo una licencia MIT, y las aplicaciones creadas con ella pueden visualizarse en cualquier navegador web. La aplicación web SMA es, por lo tanto, multiplataforma y compatible con los navegadores web más utilizados. La herramienta web *SMA Extreme Health Policy* es gratuita y de código abierto <https://sma-heat-policy.sydney.edu.au>. En la Figura 1 se muestra una captura de pantalla de la aplicación.

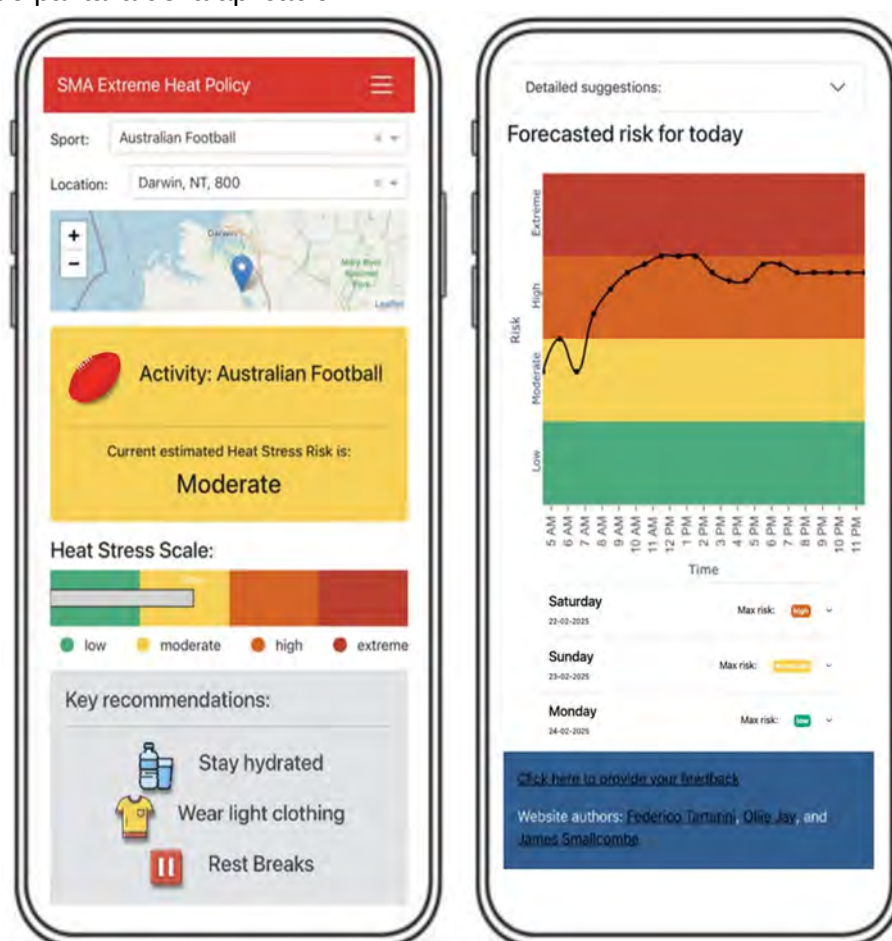


Figura 1. Captura de pantalla de la herramienta web SMA con el fútbol australiano en la ciudad de Darwin como ejemplo. Nota. SMA Extreme Heat Policy: Política de calor extremo de la Asociación de Medicina Deportiva de Australia. A la izquierda se muestra el riesgo de estrés térmico del momento como *Moderado*: las recomendaciones son mantenerse hidratado, vestirse con ropas ligeras y tomar recesos para descansar. A la derecha se muestra el riesgo pronosticado para cada día: el riesgo máximo para el sábado es alto, para el domingo es moderado y para el lunes es bajo. Fuente: los autores. NOTA DEL TRADUCTOR: al publicarse este artículo ya existía una nueva interfase para la herramienta web. Ver <https://apps.apple.com/us/app/sports-heat-tool/id6773559030>

La Figura 2 ofrece ejemplos de cómo varían las curvas de riesgo de estrés térmico en función de la temperatura del aire y la humedad relativa durante las horas diurnas para tres actividades escogidas (caminar a paso ligero, jugar al críquet y montar en bicicleta). Los resultados se basan en una temperatura de globo negro constante, 10 °C superior a la temperatura del aire de bulbo seco, y en una velocidad del viento constante específica para cada deporte (Tabla 1).

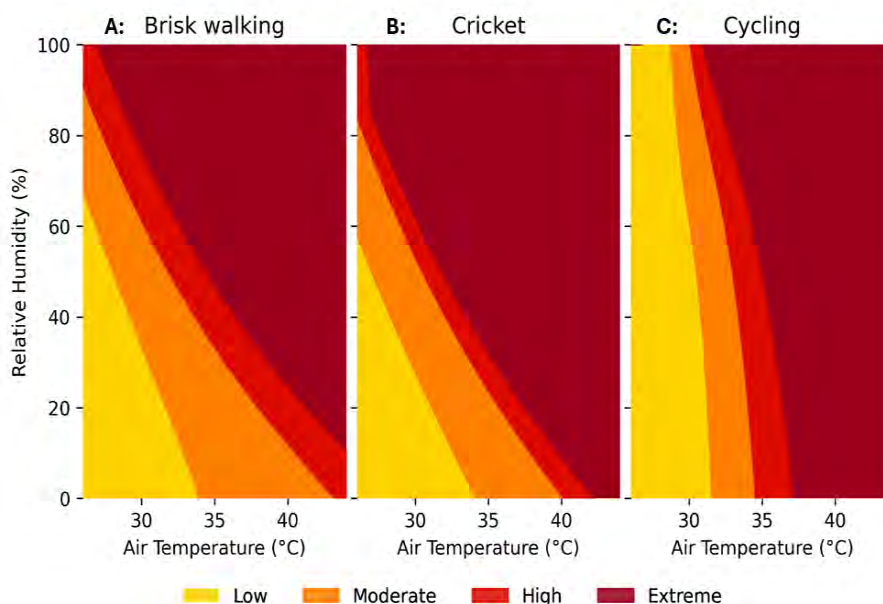


Figura 2. Ejemplos de los umbrales de riesgo en función de la temperatura del aire de bulbo seco y la humedad relativa. Nota. A) marcha rápida; B) críquet; C) ciclismo. Las clasificaciones de riesgo se han generado suponiendo una temperatura global 10 °C superior a la temperatura del aire y una velocidad del viento constante específica para cada actividad. Las velocidades del viento que se asumieron fueron: 0.5 m·s⁻¹ para caminar; 0.75 m·s⁻¹ para el críquet y 5.0 m·s⁻¹ para el ciclismo. En el eje Y se muestra la humedad relativa (%) y en el eje X se muestra la temperatura del aire (°C). Fuente: los autores.

La forma de las curvas de riesgo de estrés térmico varía para cada una de estas actividades debido a las diferencias en la tasa metabólica, el aislamiento de la ropa y la exposición a la velocidad del aire. Por ejemplo, en comparación con la marcha rápida (Figura 2A), las curvas de riesgo de estrés térmico para el críquet (Figura 2B) se desplazan hacia la izquierda con bandas más estrechas para las clasificaciones de riesgo «bajo», «moderado» y «alto», debido al pesado equipo de protección que se suele llevar (por ejemplo, el guardameta o los bateadores) y a la mayor tasa metabólica media (6.0 frente a 5.0 MET, Tabla 1). Las curvas de riesgo de estrés térmico difieren de forma más notable en el ciclismo (Figura 2C) debido a la influencia de las altas velocidades de viento autogeneradas, lo que hace que las curvas se vuelvan más pronunciadas. Esto da lugar a un menor riesgo de estrés térmico cuando la temperatura del aire es inferior a la temperatura de la piel (~35 °C), debido a la pérdida de calor por convección adicional que se produce, pero a un mayor riesgo en entornos muy calurosos y secos en los que la ganancia de calor por convección aumenta debido al mayor

flujo de aire sin un aumento correspondiente de la evaporación, ya que la capacidad de evaporación de dichos entornos ya supera la capacidad fisiológica de humedecer la piel.

Análisis de datos históricos para evaluar las mejoras introducidas en el SMA EHP v2 (2024)

Utilizando los datos de un año meteorológico típico (Morris et al., 2019) para tres capitales estatales de Australia con climas diferentes (Darwin, Perth y Sídney), se cuantificó en qué medida la política SMA (2009), la SMA EHP v1 (2021) y la SMA EHP v2 (2024) difieren en el número de horas dedicadas a cada categoría de riesgo de estrés térmico para los deportes de ejemplo: tenis (Figura 3); fútbol (Figura 4); marcha rápida (Figura 5A); y ciclismo (Figura 5B). A continuación se describen las principales mejoras que aporta la propuesta SMA EHP v2 (2024).

Perth – tennis

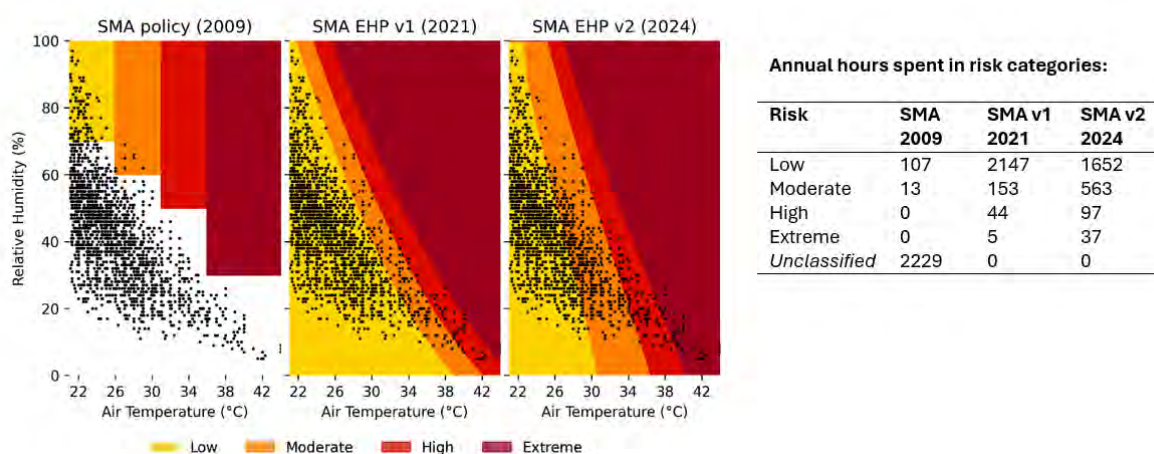


Figura 3. Comparación de las horas anuales en cada clasificación de riesgo de estrés térmico para el tenis en Perth, basada en la política de la SMA (2009), la SMA EHP v1 (2021) y la SMA EHP v2 (2024). Nota. Categorías de riesgo: *Low* (bajo), *Moderate* (moderado), *High* (alto), *Extreme* (extremo), *Unclassified* (no clasificado). Fuente: los autores.

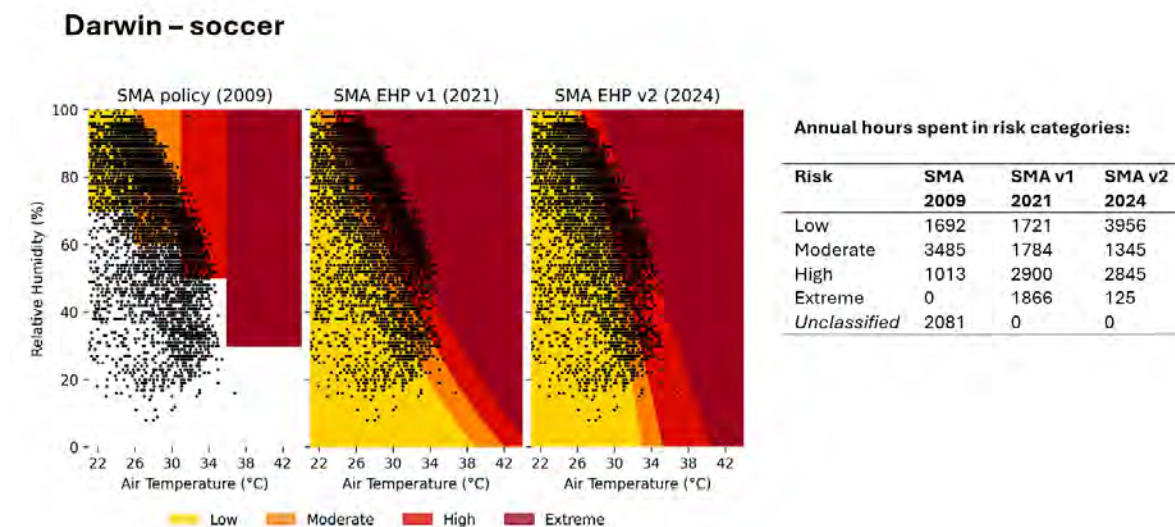
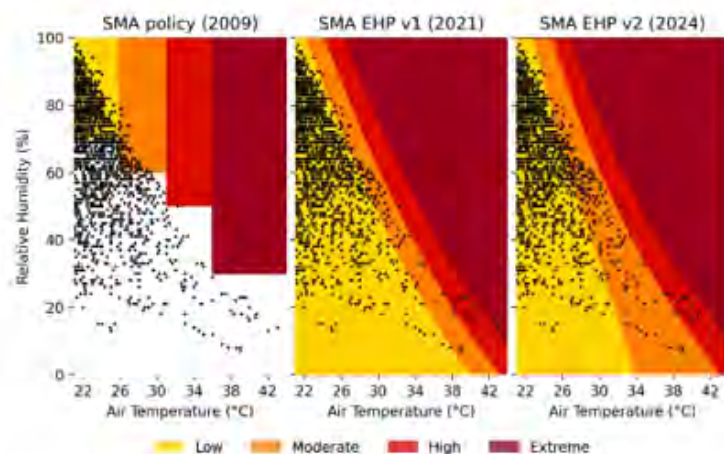


Figura 4. Comparación de las horas dedicadas anualmente en cada clasificación de riesgo de estrés térmico para el fútbol en Darwin, basada en la política de la SMA (2009), la SMA EHP v1 (2021) y la SMA EHP v2 (2024). Nota. Categorías de riesgo: *Low* (bajo), *Moderate* (moderado), *High* (alto), *Extreme* (extremo), *Unclassified* (no clasificado). Fuente: los autores.

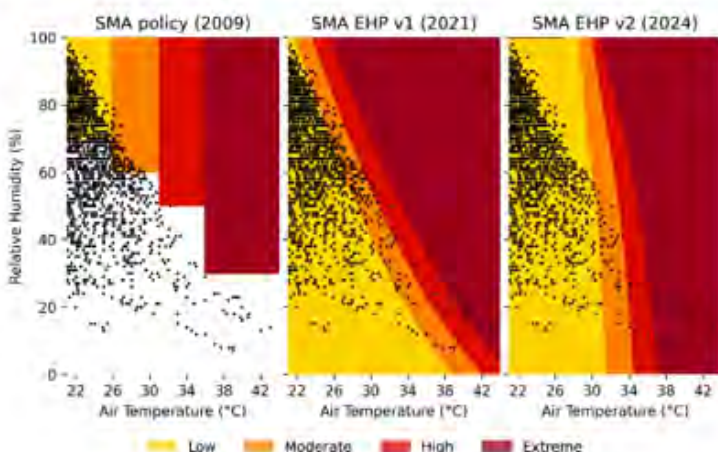
A Sydney – brisk walking



Annual hours spent in risk categories:

Risk	SMA 2009	SMA v1 2021	SMA v2 2024
Low	961	2125	1974
Moderate	125	92	242
High	1	14	16
Extreme	1	1	0
Unclassified	1144	0	0

B Sydney – cycling



Annual hours spent in risk categories:

Risk	SMA 2009	SMA v1 2021	SMA v2 2024
Low	961	1989	2162
Moderate	125	214	35
High	1	20	13
Extreme	1	9	22
Unclassified	1144	0	0

Figura 5. Comparación de las horas dedicadas anualmente a cada clasificación de riesgo de estrés térmico en Sídney según la política de la SMA (2009), la SMA EHP v1 (2021) y la SMA EHP v2 (2024). *Nota.* **A:** marcha rápida. **B:** ciclismo. Categorías de riesgo: *Low* (bajo), *Moderate* (moderado), *High* (alto), *Extreme* (extremo), *Unclassified* (no clasificado). Fuente: los autores.

Subestimación del riesgo de estrés térmico en entornos muy cálidos y secos

Una limitación clave del SMA EHP v1 (2021) era que subestimaba el riesgo de estrés térmico en entornos muy cálidos y secos, como los que se dan habitualmente en lugares como Perth y Sídney. Tomando como ejemplo la práctica del tenis en Perth (Figura 3), basándose en un año meteorológico típico, el SMA EHP v1 (2021) recomienda la suspensión de la actividad durante solo 5 horas al año, a pesar de que la temperatura ambiente supera los 38 °C durante 7 días entre los meses de octubre y marzo. Además, el SMA EHP v1 (2021) no recomendaría suspender el tenis cuando las temperaturas ambientales alcancen los 40 °C y los 43.5 °C con bajos niveles de humedad (<15 %). En tales condiciones ambientales, las personas experimentan una gran ganancia de calor seco del entorno que acelera el almacenamiento de

calor, y su capacidad para disipar adecuadamente el calor mediante la evaporación del sudor se ve limitada por su capacidad fisiológica para secretar sudor, lo que eleva su riesgo de hipertermia (Racinais et al., [2019](#)).

Para superar esta limitación, el modelo termofisiológico utilizado en el SMA EHP v1 (2021) fue sustituido por el modelo PHS, que tiene más en cuenta las altas tasas de ganancia de calor por convección, la deshidratación y la carga cardiovascular adicional que se experimenta en entornos muy calientes y secos, lo que da lugar a que las curvas de riesgo de estrés térmico se desplacen hacia la izquierda, ofreciendo a los usuarios de la comunidad una mayor protección (Figura 3). Estos cambios dan lugar a que el SMA EHP v2 (2024) recomiende una suspensión media de 37 horas de tenis al año repartidas en 12 días en Perth, aumentando también sustancialmente el tiempo dedicado a las clasificaciones de riesgo «moderado» (563 horas) y «alto» (97 horas), lo que proporciona una protección gradual mucho mejor mediante descansos adicionales y el uso de estrategias de enfriamiento activo. Cabe destacar que el SMA EHP v2 (2024) sigue representando una mejora notable con respecto a la política original de la SMA (2009), que no recomendaba ninguna suspensión del juego y dejaba 2229 horas de clima cálido completamente sin clasificar según la estratificación gradual del riesgo.

Sobreestimación del riesgo de estrés térmico en entornos cálidos y húmedos

Un segundo problema del SMA EHP v1 (2021) fue que sobreestimaba el riesgo de estrés térmico en entornos cálidos y húmedos (más del 50 % de humedad relativa), como los que suelen darse en climas tropicales (por ejemplo, en Darwin y el norte de Queensland), lo que provocaba la suspensión habitual de los partidos y una interrupción excesiva de los eventos programados. Esto se debió principalmente a una velocidad del aire estimada baja para todos los deportes, lo que condujo a una subestimación de la pérdida de calor por evaporación del sudor.

Tomando como ejemplo la actividad futbolística en Darwin durante un año meteorológico típico (Figura 4), el SMA EHP v1 (2021) recomienda 1866 horas de suspensión de la actividad deportiva al año, a pesar de que las temperaturas por hora solo superan los 33 °C en el 3 % de los casos. Esto se traduce en una suspensión del juego de al menos 1 hora en 158 días distintos al año, lo que plantea importantes retos de programación para la comunidad, a pesar de las condiciones ambientales que normalmente prevalecen. Por el contrario, la SMA EHP v2 (2024) propuesta aconseja la suspensión de los eventos de fútbol durante un total de 125 horas repartidas en 65 días distintos y ahora recomienda preferentemente el uso de descansos adicionales junto con el enfriamiento activo (2845 horas) en tales condiciones para reducir el riesgo de estrés térmico, al tiempo que permite que el juego continúe de forma segura. Una vez más, el SMA EHP v2 (2024) supone una mejora considerable en comparación con la política del SMA (2009), que no recomendaba suspender la actividad en absoluto, con 2081 horas de clima cálido completamente sin clasificar según la estratificación de riesgo gradual original.

Subestimación del riesgo de estrés térmico en entornos cálidos y secos con altas velocidades del aire

Otra limitación del SMA EHP v1 (2021) es que se supone que la velocidad del aire es constante —y mínima (0.5 m/s)— para todos los deportes, lo que no tiene debidamente en cuenta el flujo de aire generado por el propio deportista debido a la propulsión del cuerpo a través del aire y al movimiento de las extremidades. La versión SMA EHP v2 (2024) propuesta

aborda esta limitación incorporando estimaciones más precisas de la velocidad del viento autogenerado específicas para cada deporte como dato de entrada al modelo termofisiológico subyacente (Tabla 1). En consecuencia, para algunos deportes en los que el movimiento relativo entre el cuerpo y el aire es limitado (por ejemplo, caminar, Figura 5A), las curvas de riesgo de estrés térmico no han cambiado significativamente entre el SMA EHP v1 (2021) y el SMA EHP v2 (2024) propuesto, ya que la velocidad del aire autogenerado estimada sigue siendo moderada (0.5 a 0.75 m/s).

En otros deportes como el ciclismo (Figura 5B), durante los cuales la velocidad del aire autogenerada es mucho mayor, se observan cambios más marcados en las curvas de riesgo entre las dos políticas debido a las diferencias en las estimaciones del intercambio de calor por convección y evaporación, con lo que las curvas de riesgo se vuelven más pronunciadas. En el caso del ciclismo, esto se traduce en un mayor tiempo de permanencia en la categoría de riesgo «extremo» (SMA EHP v1 = 9 h frente a SMA EHP v2 = 22 h), principalmente cuando hace mucho calor y el ambiente es seco; esta clasificación proporciona a los ciclistas una protección adicional. Por el contrario, las curvas de riesgo revisadas dan lugar a una reducción de las horas pasadas en riesgo «alto» y «moderado» en entornos más frescos pero más húmedos, debido a la mayor capacidad de disipación del calor cuando la velocidad del aire es elevada (Figura 5B).

La importancia de proporcionar una mayor protección en entornos muy calurosos y secos durante la actividad a alta velocidad del aire queda demostrada por los datos que muestran que los ciclistas de élite suelen experimentar temperaturas corporales superiores a 40 °C a temperaturas del aire de ~37 °C con una humedad relativa baja de ~25 % (Racinais et al., 2015). Es evidente que tales condiciones representan un nivel inaceptable de riesgo de estrés térmico para entornos deportivos comunitarios, donde es mucho menos probable que las personas posean las adaptaciones fisiológicas necesarias para tolerar temperaturas corporales tan elevadas.

Pronóstico del riesgo de estrés térmico

Otra mejora de la versión SMA EHP v2 (2024) propuesta es la función de previsión del riesgo de calor, que permite a los usuarios estimar el nivel probable de riesgo de estrés térmico con hasta siete días de antelación, basándose en la extracción automática del pronóstico meteorológico local. Esta previsión del riesgo de calor resultaba difícil de realizar con la versión SMA EHP v1 (2021), ya que se requería la introducción manual de datos meteorológicos, lo que limitaba la facilidad con la que se podían realizar proyecciones detalladas del riesgo de estrés térmico.

La nueva función de pronóstico está diseñada para ayudar aún más a los organizadores a tomar decisiones informadas e inteligentes frente al calor en lo que respecta a la planificación de eventos, garantizando que se pueda evitar la actividad física cuando el nivel de riesgo de estrés térmico sea probablemente más alto (por ejemplo, en los días más calurosos de la semana o en las horas de mayor calor del día). Es importante destacar que la versión SMA EHP v2 (2024) propuesta —basada en datos meteorológicos históricos— nunca impone la cancelación total de las actividades deportivas durante todo el día, sino que anima a los usuarios a utilizar la herramienta de pronóstico para suspender temporalmente las actividades o reprogramarlas, si es posible, a las horas más frescas del día, con el fin de reducir de manera eficaz los riesgos para la salud relacionados con el calor.



3. Otras ventajas de la SMA EHP v2 (2024)

Una ventaja clave tanto del SMA EHP v1 (2021) como de la versión v2 propuesta (2024) es el uso de un modelo termofisiológico para fundamentar el desarrollo de las curvas de riesgo de estrés térmico. A diferencia de otros índices de calor de uso común (por ejemplo, el WBGT o el índice de calor), que solo incorporan datos ambientales, el modelo termofisiológico utilizado en el SMA EHP también incluye como datos de entrada estimaciones específicas de la tasa metabólica y la resistencia a la evaporación de la ropa para cada deporte (Ainsworth et al., [2011](#); Ely et al., [2007](#); Jetté et al., [1990](#)). Ambas variables son moderadores importantes del nivel general de estrés térmico experimentado durante la actividad física debido a su impacto en la producción interna de calor y en la disipación de calor al entorno.

Además, aunque el WBGT ha sido hasta la fecha el índice de estrés térmico más utilizado para evaluar el riesgo de estrés térmico en entornos deportivos (Racinais et al., [2022](#)), su uso puede dar lugar a interpretaciones erróneas, ya que los valores expresados en °C suelen ser inferiores a la temperatura ambiente, lo que puede resultar contradictorio para los usuarios que no estén familiarizados con el uso de los índices de estrés térmico (Racinais et al., [2023](#)). La herramienta web complementaria SMA EHP v2 (2024) supera este problema al integrar automáticamente los resultados del modelo en una sencilla escala visual de 4 puntos que resulta fácil de comprender y utilizar para nuestro público meta.

Limitaciones y perspectivas futuras

A pesar de las importantes mejoras introducidas en la versión 2 (2024) de la guía SMA EHP, aún existe margen para seguir perfeccionándola. En primer lugar, la guía se limita a los adultos sanos y no permite a los usuarios calcular el riesgo para las personas mayores (mayores de 60 años) o las jóvenes (menores de 18 años), ni para quienes padecen enfermedades crónicas. Actualmente, la SMA no ofrece directrices específicas sobre calor extremo para estos grupos, debido en gran medida a la falta de evidencia empírica en la cual fundamentar tales recomendaciones. Aún no está claro si los niños corren un riesgo elevado de sufrir problemas por calor durante la práctica deportiva; sin embargo, se pretende actualizar la SMA EHP para incluir los deportes juveniles una vez que surja suficiente evidencia de alta calidad. La política de calor de la SMA ha sido diseñada para ser actualizada y revisada a medida que surjan nuevas pruebas, garantizando que siga siendo relevante y fiable para todos los australianos.

En segundo lugar, el modelo PHS se desarrolló para actividades de hasta 4-5 MET. Sin embargo, este es un modelo de equilibrio térmico, y sus ecuaciones principales deberían seguir siendo válidas a tasas metabólicas más elevadas, habiéndose adaptado anteriormente para cuantificar el estrés térmico en actividades laborales de intensidad moderada a alta (Tartarini y Schiavon, [2020](#)). Además, varias investigaciones previas han validado las predicciones termorreguladoras obtenidas mediante el PHS para su uso con deportistas recreativos, concluyendo que proporciona indicadores aceptablemente precisos de la carga térmica fisiológica (Kingma et al., [2021](#)). Asimismo, el PHS también ha sido validado en el desarrollo de otras herramientas web en línea (por ejemplo, ClimApp) que proporcionan estimaciones individualizadas del estrés térmico y la carga térmica (Folkerts et al., [2021](#); Périard et al., [2015](#)).

No obstante, se reconoce que una validación adicional del modelo PHS para su uso en entornos deportivos comunitarios ayudaría a optimizar aún más las evaluaciones de riesgo de

estrés térmico proporcionadas por SMA EHP v2 (2024). El SMA EHP v2 (2024) propuesto no tiene en cuenta actualmente el estado de aclimatación al calor, el cual se sabe que influye en la carga fisiológica y el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor (Périard et al., [2015](#)). Las futuras versiones del EHP tendrán como objetivo incorporar estimaciones de los niveles individuales de adaptación al calor basadas en el historial meteorológico reciente para refinar aún más las recomendaciones personalizadas sobre el riesgo de estrés térmico. Por último, las hipótesis formuladas sobre la temperatura radiante media (estimada suponiendo una temperatura del globo negro 10 °C superior a la temperatura ambiente, lo cual es habitual en un día despejado y soleado) introducen un posible error en los cálculos del riesgo de estrés térmico, aunque se inclinan hacia la prudencia.

4. Conclusión

El presente documento describe una versión modificada propuesta de la Política de Calor Extremo de la SMA: SMA EHP v2 (2024). Esta EHP se basa en la SMA EHP v1 (2021) y aporta importantes mejoras al modelo termofisiológico subyacente y a las directrices resultantes para la reducción del riesgo de estrés térmico. Cabe destacar que el modelo termofisiológico subyacente se ha ajustado para evitar la subestimación del riesgo de estrés térmico en entornos muy calurosos y secos, al tiempo que se evita la sobreestimación del riesgo en entornos cálidos y muy húmedos.

Se han realizado modificaciones adicionales para tener mejor en cuenta el impacto de la velocidad del viento autogenerado en el intercambio térmico del ser humano con el entorno. La versión revisada de la EHP está diseñada para proteger a los adultos sanos (de 18 a <60 años) que practican deportes recreativos y comunitarios frente a enfermedades y complicaciones provocadas por el calor. Se ha puesto a disposición del público una herramienta web gratuita que permite evaluar cómodamente el riesgo para la salud por calor en más de 30 deportes en cualquier lugar de Australia y acceder a recomendaciones basadas en la evidencia para mitigar el estrés térmico.

Implicaciones prácticas

- Se presentó una versión modificada de la Política sobre calor extremo de *Sports Medicine Australia*, diseñada para proteger a los miembros de la comunidad que practican deportes recreativos y comunitarios en condiciones de calor extremo en toda Australia.
- Se ha puesto a disposición del público una herramienta web gratuita que permite evaluar cómodamente el riesgo de estrés térmico en más de 30 deportes, basándose en datos ambientales extraídos automáticamente de la estación meteorológica más cercana.
- A los usuarios de la herramienta web se les proporcionan estrategias de reducción del riesgo de estrés térmico basadas en la evidencia y adaptadas al nivel de riesgo de estrés térmico al que se enfrentan.
- Los usuarios a los que va dirigida son administradores deportivos, entrenadores y equipos médicos deportivos responsables de la seguridad y el bienestar de adultos sanos que practican deportes recreativos y comunitarios, así como actividad física, en condiciones de calor extremo.



Traducción al español: Este artículo fue traducido con la herramienta DeepL-Pro; la traducción fue revisada y corregida por Luis Fernando Aragón V., Ph.D., FACSM., Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Costa Rica y fue aprobada por los autores del original en inglés.

5. Referencias

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., y Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & science in sports & exercise*, 43(8), 1575-1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
- American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., y Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. American College of Sports Medicine position stand. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377-390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Arens, E., Hoyt, T., Zhou, X., Huang, L., Zhang, H., y Schiavon, S. (2015). Modeling the comfort effects of short-wave solar radiation indoors. *Building and Environment*, 88, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.004>
- Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W., y Roberts, W. O. (2007). Exertional heat illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports y Exercise*, 39(3), 556-572. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31802fa199>
- Australian Sports Commission. (2023). *National sport and physical activity participation report - 2023*. <https://www.ausport.gov.au/clearinghouse/research/ausplay/2015-2023/publications>
- Bureau of Meteorology. (2024). *Annual Australian climate statement 2023*. Australian Government. <https://www.bom.gov.au/climate/current/annual/aus/2023/>
- Casa, D. J., DeMartini, J. K., Bergeron, M. F., Csillan, D., Eichner, E. R., Lopez, R. M., Ferrara, M.S., Miller, K.C., O'Connor, F., Sawka, M.N., y Yeargin, S. W. (2015). National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. *Journal of athletic training*, 50(9), 986-1000. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.9.07>
- Chalmers, S., y Jay, O. (2018). Australian community sport extreme heat policies: limitations and opportunities for improvement. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(6), 544-548. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.003>
- Chalmers, S., Siegler, J., Lovell, R., Lynch, G., Gregson, W., Marshall, P., y Jay, O. (2019). Brief in-play cooling breaks reduce thermal strain during football in hot conditions. *Journal of science and medicine in sport*, 22(8), 912-917. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.04.009>
- Climate.OneBuilding.Org. (s.f). *Repository of Building Simulation Climate Data*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024. <https://climate.onebuilding.org/#gsc.tab=0>
- Cooper, E. R., Ferrara, M. S., Casa, D. J., Powell, J. W., Broglio, S. P., Resch, J. E., y Courson, R. W. (2016). Exertional heat illness in American football players: when is the risk greatest?. *Journal of athletic training*, 51(8), 593-600. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.8.08>
- Cramer, M. N., y Jay, O. (2019). Partitional calorimetry. *Journal of applied physiology*, 126(2), 267-277. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00191.2018>



- Davis, J. K., y Bishop, P. A. (2013). Impact of clothing on exercise in the heat. *Sports medicine*, 43(8), 695-706. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0047-8>
- DeGroot, D. W., Gallimore, R. P., Thompson, S. M., y Kenefick, R. W. (2013). Extremity cooling for heat stress mitigation in military and occupational settings. *Journal of Thermal Biology*, 38(6), 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.03.010>
- DeMartini, J. K., Casa, D. J., Belval, L. N., Crago, A., Davis, R. J., Jardine, J. J., y Stearns, R. L. (2014). Environmental conditions and the occurrence of exertional heat illnesses and exertional heat stroke at the Falmouth Road Race. *Journal of athletic training*, 49(4), 478-485. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.26>
- Driscoll, T. R., Cripps, R., y Brotherhood, J. R. (2008). Heat-related injuries resulting in hospitalisation in Australian sport. *Journal of science and medicine in sport*, 11(1), 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.04.003>
- Ely, M. R., Cheuvront, S. N., Roberts, W. O., y Montain, S. J. (2007). Impact of weather on marathon-running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 487-493. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802d3aba>
- Folkerts, M. A., Boshuizen, A. W., Gosselink, G., Gerrett, N., Daanen, H. A. M., Gao, C., Toftum, J., Nybo, L., y Kingma, B. R. M. (2021). Predicted and user perceived heat strain using the ClimApp mobile tool for individualized alert and advice. *Climate Risk Management*, 34, 100381. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100381>
- Football NSW (2023). *Extreme heat policy* [PDF]. <https://footballnsw.com.au/wp-content/uploads/2023/02/FNSW-Extreme-Heat-Policy-2023-Final.pdf>
- Gagge, A. P., y Gonzalez, R. R. (1994). Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology. *Comprehensive physiology*, 1994, 45-84. <https://doi.org/10.1002/j.2040-4603.1994.tb01150.x>
- GeoNames. (s.f.) Recuperado el 16 de noviembre de 2024 de <http://download.geonames.org/export/zip/2023>
- Giesbrecht, G. G., Jamieson, C., y Cahill, F. (2007). Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10 C and 20 C water. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(6), 561-567.
- González-Alonso, J., Quistorff, B., Krstrup, P., Bangsbo, J., y Saltin, B. (2000). Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. *The Journal of physiology*, 524(2), 603-615. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.00603.x>
- Havenith, G. (1999). Heat balance when wearing protective clothing. *Annals of occupational Hygiene*, 43(5), 289-296. <https://doi.org/10.1093/annhyg/43.5.289>
- Howe, A. S., y Boden, B. P. (2007). Heat-related illness in athletes. *The American journal of sports medicine*, 35(8), 1384-1395. <https://doi.org/10.1177/0363546507305013>
- Ioannou, L. G., Tsoutsoubi, L., Mantzios, K., y Flouris, A. D. (2019). A free software to predict heat strain according to the ISO 7933: 2018. *Industrial health*, 57(6), 711-720. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0216>
- ISO. (2023). ISO7933. Ergonomics of the Thermal Environment — Analytical Determination and Interpretation of Heat Stress Using Calculation of the Predicted Heat Strain. *iTeh Standards*. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4345279-fdb1-4ce1-a55b-e828fc3e9f25/iso-7933-2023>

- Jay, O., y Morris, N. B. (2018). Does cold water or ice slurry ingestion during exercise elicit a net body cooling effect in the heat?. *Sports Medicine*, 48(1), 17-29.59. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0842-8>
- Jay, O., Broderick, C., y Smallcombe, J. (2021). *Extreme heat policy*. Sports Medicine Australia. [SMA-Extreme-Heat-Policy-2021-Final.pdf](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0842-8)
- Jetté, M., Sidney, K., y Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565.
- Jetté, M., Sidney, K., y Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>
- Kelechava, B. (2024). ANSI/ASHRAE 55-2023: thermal environmental conditions for human occupancy-ANSI blog. *The ANSI Blog*. <https://blog.ansi.org/ansi/ansi-ashrae-55-2023-thermal-environmental-conditions/>
- Kingma, B. R. M., Steenhoff, H., Toftum, J., Daanen, H. A. M., Folkerts, M. A., Gerrett, N., Gao, C., Kuklane, K., Petterson, J., Halder, A., Zuurbier, M., Garland, S.W., y Nybo, L. (2021). ClimApp—integrating personal factors with weather forecasts for individualised warning and guidance on thermal stress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11317.44. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111317>
- Lippmann, S. J., Fuhrmann, C. M., Waller, A. E., y Richardson, D. B. (2013). Ambient temperature and emergency department visits for heat-related illness in North Carolina, 2007–2008. *Environmental research*, 124, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2013.03.009>
- Lynch, G. P., Périard, J. D., Pluim, B. M., Brotherhood, J. R., y Jay, O. (2018). Optimal cooling strategies for players in Australian tennis open conditions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(3), 232-237. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.017>
- Malchaire, J. B. (1979). The TLV work—rest regimens for occupational exposure to heat: a review of their development. *The Annals of occupational hygiene*, 22(1), 55-62. <https://doi.org/10.1093/annhyg/22.1.55>
- Mantzios, K., Ioannou, L. G., Nikolaki, E., Gkiata, P., Charachousou, G., Tsoutsoubi, L., Dinas, P. C., y Flouris, A. D. (2024). Validation of core, rectal and skin temperature predictions of a free web-based predictive heat strain software based on the ISO 7933: 2023 standard in recreational athletes. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 6(3), 303-314. <https://doi.org/10.1007/s42978-024-00309-5>
- MET Norway Weather API. (s.f.). *Welcome to the MET Weather API*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024 de <https://api.met.no/>
- Morris, N. B., Coombs, G., y Jay, O. (2016). Ice slurry ingestion leads to a lower net heat loss during exercise in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(1), 114-122. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000746>
- Morris, N. B., English, T., Hospers, L., Capon, A., y Jay, O. (2019). The effects of electric fan use under differing resting heat index conditions: a clinical trial. *Annals of Internal Medicine*. 171(9). <https://doi.org/10.7326/M19-0512>
- Morris, N. B., Gruss, F., Lempert, S., English, T., Hospers, L., Capon, A., y Jay, O. (2019). A preliminary study of the effect of dousing and foot immersion on cardiovascular and

- thermal responses to extreme heat. *Jama*, 322(14), 1411-1413. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.13051>
- Nichols, A. W. (2014). Heat-related illness in sports and exercise. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 7(4), 355-365. <https://doi.org/10.1007/s12178-014-9240-0>
- Open-Meteo. (s.f.). *Features*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024 de <https://open-meteo.com/en/features>
- Périard, J. D., y Racinais, S. (2015). Self-paced exercise in hot and cool conditions is associated with the maintenance of % VO₂peak within a narrow range. *Journal of Applied Physiology*, 118(10), 1258-1265. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00084.2015>
- Périard, J. D., Racinais, S., y Sawka, M. N. (2015). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25, 20-38. <https://doi.org/10.1111/sms.12408>
- Racinais, S., Alonso, J. M., Coutts, A. J., Flouris, A. D., Girard, O., González-Alonso, J., Hausswirth, C., Jay, O., Lee, J.K.W., Mitchell, N., Nassis, G. P., Nybo, L., Pluim, B.M., Roelands, B., Sawka, M.N., Wingo, J.E., y Périard, J. D. (2015). Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25, 6-19. <https://doi.org/10.1111/sms.12467>
- Racinais, S., Hosokawa, Y., Akama, T., Berman, S., Bigard, X., Casa, D. J., Grudstein, A., Jay, O., Massey, A., Migliorini, S., Mountjoy, M., Nikolic, N., Pitsiladis, Y., Schobersberger, W., Steinacker, J.M., Yamasawa, F., Zideman, D., Engebretsen, L., y Budgett, R. (2023). IOC consensus statement on recommendations and regulations for sport events in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 57(1), 8-25. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105942>
- Racinais, S., Moussay, S., Nichols, D., Travers, G., Belfekih, T., Schumacher, Y. O., y Périard, J. D. (2019). Core temperature up to 41.5 °C during the UCI road cycling world Championships in the heat. *British journal of sports medicine*, 53(7), 426-429. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099881>
- Schranner, D., Scherer, L., Lynch, G. P., Korder, S., Brotherhood, J. R., Pluim, B. M., Périard, J.D., y Jay, O. (2017). In-play cooling interventions for simulated match-play tennis in hot/humid conditions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(5), 991-998. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001183>
- Sports Medicine Australia. (2007). *Hot weather guidelines*. Recuperado el 28 de noviembre de 2024 de: <https://sma.org.au/wp-content/uploads/2023/03/hot-weather-guidelines-web-download-doc-2007.pdf>
- Tartarini, F., y Schiavon, S. (2020). Pythermalcomfort: A Python package for thermal comfort research. *SoftwareX*, 12, 100578. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100578>
- Thompson, R., Lawrance, E. L., Roberts, L. F., Grailey, K., Ashrafian, H., Maheswaran, H., Toledano, M.B.T y Darzi, A. (2023). Ambient temperature and mental health: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*, 7(7), e580-e589. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00104-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00104-3)
- Victoria, N. (2024). *Weather guidelines*. Netball Victoria, 2024. <https://vic.netball.com.au/weather-guidelines>
- Volleyball Western Australia. (2022). *Extreme heat policy*. <https://volleyballwa.com.au/wp-content/uploads/2023/11/VWA-Policy-Extreme-Heat-Policy.pdf>

- Waters, T. A. (2001). Heat illness: tips for recognition and treatment. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 68(8), 685-687. <https://doi.org/10.3949/ccjm.68.8.685>
- Zuo, J., y McCullough, E. A. (2004). Heat transfer characteristics of sports apparel. *Journal of ASTM International*, 1(10). <https://store.astm.org/jai12143.html>



Pensar en **Movimiento**

Realice su envío [aquí](#)

Consulte nuestras
normas de publicación
[aquí](#)

Indexada en:



pensarenmovimiento.eefd@ucr.ac.cr



[Revista Pensar en Movimiento](#)



[PensarMov](#)