



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y  
CALIDAD DE VIDA**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**EFFECTOS DE LOS TATUAJES EN LA  
TERMORREGULACIÓN, PERCEPCIÓN DEL  
DOLOR Y SALUD DERMATOLÓGICA  
DURANTE EL EJERCICIO: UNA REVISIÓN  
SISTEMÁTICA**

**MALCOM SEGURA ZAMORA**

**PERSONA TUTORA:  
DR. DANIEL ROJAS VALVERDE  
PERSONAS ASESORAS:  
MSC. LUIS ROJAS CAMPOS  
DR. STEVE MONGE POLTRONIERI**

**2025**

**CIEMHCAVI**

**ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO  
HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS DEL DEPORTE CON ÉNFASIS EN SALUD**

Efectos de los Tatuajes en la Termorregulación, Percepción del Dolor y Salud  
Dermatológica durante el Ejercicio: Una Revisión Sistemática

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de  
Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con  
Énfasis en Salud

Jean Malcom Segura Zamora

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica

2025

## **Miembros del Tribunal Examinador**

Dr. Felipe Araya Ramírez  
Decano de Facultad de Ciencias de la Salud

Dr. Jorge Salas Cabrera  
Subdirector  
Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida

PhD. Daniel Rojas Valverde  
Tutor

Msc. Luis Rojas Campos  
Persona asesora

Dr. Steve Monge Poltronieri  
Persona asesora

Jean Malcom Segura Zamora  
Sustentante

Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con Énfasis en Salud. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica

2025

Artículo original

## Efectos de los Tatuajes en la Termorregulación, Percepción del Dolor y Salud Dermatológica durante el Ejercicio: Una Revisión Sistemática

Jean Malcom Segura Zamora

*Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.*

### **Resumen:**

**Propósito:** El aumento en la prevalencia de tatuajes, especialmente en individuos físicamente activos, ha generado interés en sus posibles efectos sobre la salud y el rendimiento deportivo. Esta revisión sistemática analizó la evidencia científica sobre el impacto de los tatuajes en la termorregulación, la percepción del dolor y la salud dermatológica en personas que realizan actividad física regularmente.

**Metodología:** Siguiendo la metodología PRISMA-P, se realizaron búsquedas sistemáticas en bases de datos como PubMed, Web of Science, Science Direct, Google Scholar y SportDiscus. Se incluyeron estudios observacionales y de intervención publicados entre enero de 2000 y setiembre de 2024 en inglés, español y portugués. Tras una búsqueda inicial de 5196 estudios, solo seis cumplieron los criterios de inclusión.

**Resultados:** Los estudios evaluaron la sudoración en piel tatuada y no tatuada durante el ejercicio. Un estudio observacional reportó una menor excreción del factor de crecimiento epidérmico (EGF) en la piel tatuada, mientras que los demás no hallaron diferencias significativas en la tasa de sudoración ni en la composición del sudor. La hipótesis de que los tatuajes podrían afectar la termorregulación por daño en las glándulas sudoríparas o inflamación crónica no fue respaldada por la evidencia actual.

**Conclusión:** Los tatuajes no afectan significativamente la tasa de sudoración durante el ejercicio. Sin embargo, se necesita más investigación con metodologías controladas para evaluar su impacto en otros aspectos de la termorregulación, la percepción del dolor y la salud dermatológica, y así comprender completamente su relación con la salud y el desempeño deportivo.

**Palabras Clave:** Tatuajes, Ejercicio Físico, Deporte, Salud Dermatológica, Termorregulación, Percepción del Dolor.

---

## Introducción

En los últimos años, se ha observado un cambio radical en la forma que son percibidos los tatuajes. Antiguamente estos poseían una connotación asociada a ciertos grupos, pero actualmente están irrumpiendo en la cultura, convirtiéndose así en una forma de expresión artística tanto personal como grupal lo que los vuelve ampliamente aceptados en la sociedad (Muñoz-Ortiz et al., 2021). Esta nueva realidad se refleja en el aumento significativo de la cantidad de personas que deciden tatuarse, especialmente los jóvenes y adultos jóvenes (Laumann & Derick, 2006; Muñoz-Ortiz et al., 2021). Algunos estudios sugieren que la decisión de realizarse tatuajes puede estar relacionada con la gestión de las percepciones de identidad propia en el contexto social (Atkinson, 2002). Esta transformación ha generado un cambio en las normas sociales y estéticas, desafiando las percepciones tradicionales asociadas a los tatuajes. La creciente aceptación ha abierto paso a discusiones sobre cómo

CIEMHCAVI

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO  
HUMANO Y CALIDAD DE VIDA

esta forma de modificación corporal puede influir en las respuestas de las personas en diversos sectores y contextos sociales (Wohlrab et al., 2007).

A partir de esta creciente popularidad en los tatuajes en el ámbito deportivo ha generado también interrogantes relevantes para la comunidad médica y científica. Diversos estudios han comenzado a explorar las potenciales complicaciones dermatológicas asociadas a los tatuajes, analizando reacciones inflamatorias, infecciones locales, reacciones alérgicas a los pigmentos y complicaciones sistémicas. (Klügl et al., 2010; Shinohara, 2016). Si bien estas reacciones pueden ocurrir en cualquier persona tatuada, su impacto en personas que realizan ejercicio físico de forma regular podría ser mayor debido a la sudoración, la fricción con la ropa o el contacto con superficies potencialmente contaminadas (Luetkemeier et al., 2020).

Esta carencia de evidencia científica sólida ha dado lugar a una falta de consenso en el manejo de los tatuajes en deportistas lo que genera incertidumbre tanto para los profesionales como para los atletas. Si bien es cierto que existen guías generales para el cuidado de la piel de los deportistas (Likness, 2011), estas no abordan realmente las necesidades particulares de quienes tienen tatuajes. La escasez de directrices específicas puede llevar a prácticas confusas e incluso contradictorias. Por ejemplo, algunos profesionales podrían recomendar evitar por completo los tatuajes en zonas del cuerpo expuestas a fricción o sudoración excesiva durante la práctica deportiva, mientras que otros por el contrario podrían no darle importancia a este aspecto. Al existir disparidad en el manejo genera confusión y dificulta la toma de decisiones informadas tanto para los deportistas que consideran realizarse un tatuaje como para los que ya lo tienen (Islam et al., 2016; Keyes et al., 2022).

Dicha tendencia ha generado interrogantes sobre sus implicaciones para la salud, especialmente en individuos físicamente activos. Aunque los tatuajes se consideran en su mayoría seguros, existe una creciente investigación que explora sus posibles efectos en la salud de la piel, la termorregulación y la percepción del dolor, áreas sumamente importantes para quienes realizan actividad física con regularidad o practican deporte (Islam et al., 2016; Luetkemeier et al., 2017). Aunque la evidencia aún es escasa, se ha planteado la hipótesis de que la tinta del tatuaje, al depositarse en la dermis, podría interferir con la función de las glándulas sudoríparas dañándolas, lo que podría afectar la capacidad del cuerpo para regular la temperatura corporal durante el ejercicio intenso (Luetkemeier et al., 2020). Asimismo, la inflamación crónica de baja intensidad la cuál es asociada al proceso de tatuaje podría tener implicaciones en la percepción del dolor, un aspecto fundamental para el rendimiento deportivo (Witkoś & Hartman-Petrycka, 2020).

La relación entre el proceso de tatuaje y la percepción del dolor se vuelve especialmente relevante al considerar los diferentes tipos de dolor que pueden manifestarse. Si bien durante la realización del tatuaje predomina el dolor cutáneo, agudo y localizado en la zona de aplicación de la tinta (Serup, Carlsen, et al., 2015), la inflamación posterior y otros factores individuales podrían influir en la intensidad y duración de este dolor, incluso a largo plazo. Es importante destacar que la piel tatuada no es un tejido homogéneo, y la percepción del dolor puede variar significativamente según la densidad de terminaciones nerviosas, la profundidad de la aplicación de la tinta y la capacidad de cicatrización (Li et al., 2022). Además, la presencia de complicaciones como infecciones, reacciones alérgicas o formación

de queloides (Islam et al., 2016) puede prolongar la experiencia del dolor e incluso generar nuevos tipos de dolor asociados al tatuaje. Comprender cómo estos diferentes factores influyen en la percepción del dolor en personas tatuadas, especialmente en deportistas, es fundamental para optimizar el manejo del dolor y el rendimiento deportivo.

Ante este panorama de incertidumbre la presente revisión sistemática tiene como objetivo identificar, analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre los efectos de los tatuajes en la salud dermatológica, la termorregulación y la percepción del dolor en individuos que realizan actividad física regular. La información sintetizada será fundamental para guiar la investigación futura, la toma de decisiones clínicas y la información proporcionada a deportistas tatuados.

## **Método**

### *Protocolo*

El protocolo de revisión sistemática se ha desarrollado con base en las pautas de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y protocolos de metaanálisis (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses Protocols, PRISMA-P) (Moher et al., 2015).

### *Tipo de estudio y diseño*

Se consideraron estudios observacionales (cohortes, casos y controles, transversales), estudios de intervención, revisiones sistemáticas y metaanálisis, publicados a partir del año 2000 en inglés, español y portugués. Incluir estudios desde el año 2000 hasta la actualidad en esta revisión sistemática permite abarcar avances tecnológicos y metodológicos recientes, asegurar la relevancia clínica y científica, y mejorar la calidad y accesibilidad de los datos, proporcionando así una base de evidencia robusta y actualizada (Liberati et al., 2009; Moher et al., 2009).

### *Estrategias de búsqueda*

Se realizaron búsquedas exhaustivas de estudios relevantes en las bases de datos electrónicas PubMed (Medline), Web of Science (Clarivate), Science Direct (Elsevier), Google Scholar y SportDiscus (EBSCO). La estrategia de búsqueda se adaptó a cada base de datos, utilizando una combinación de palabras clave, términos MeSH y operadores booleanos. Las palabras clave principales fueron "TATTOO\*" AND ("ATHLETES" OR "EXERCISE" OR "SPORTS" OR "PHYSICAL ACTIVITY"). AND "THERMOREGULATION". Las estrategias de búsqueda se ajustaron en cada base de datos para incluir términos relacionados con el dolor, la piel y la termorregulación, combinados con los términos ya mencionados. Se aplicaron filtros adicionales para limitar la búsqueda a estudios en humanos, publicaciones en los idiomas seleccionados y aquellos con una fecha de publicación adecuada. Además, se examinaron las referencias de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales potencialmente relevantes.

### *Criterios de Elegibilidad de los Estudios*

Para ser incluidos en esta revisión sistemática, los estudios necesitaban cumplir con los siguientes criterios de elegibilidad: debían ser estudios observacionales (de cohortes, casos y controles o transversales), estudios de intervención (ensayos clínicos aleatorizados - ECA-), revisiones sistemáticas o metaanálisis. Los estudios debieron haber sido publicados desde enero de 2000 hasta setiembre de 2024 y estar disponibles en los idiomas inglés, español o portugués. Los participantes en los estudios debían ser mayores de 18 años y

realizar actividad física de manera regular, ya sea por motivos de salud o en calidad de atletas aficionados o profesionales. Los estudios debían presentar información sobre la presencia de tatuajes en los participantes, así como datos relacionados con al menos una de las siguientes variables: salud dermatológica (infecciones, reacciones alérgicas, cicatrización), termorregulación (tasa de sudoración, temperatura corporal durante el ejercicio) o percepción del dolor (umbrales de dolor, tolerancia al dolor). También se consideraron estudios cualitativos que exploraran las experiencias, percepciones y creencias de deportistas tatuados sobre la influencia de los tatuajes en su salud y rendimiento.

#### *Proceso de selección de estudios*

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en dos etapas principales. Primero, se realizó una revisión inicial de títulos y resúmenes para identificar estudios potencialmente relevantes utilizando la herramienta Zotero y Excel para facilitar el proceso colaborativo entre los revisores. Este proceso se efectuó de manera independiente por al menos dos revisores, Malcom Segura (M.S.) y Daniel Rojas-Valverde (D.R.-V.). Los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión durante esta fase fueron sometidos a una revisión detallada del texto completo para determinar su elegibilidad definitiva. Nuevamente, los dos revisores independientes analizaron los textos completos. Cualquier discrepancia entre los revisores, tanto en la fase inicial como en la de revisión completa, se resolvió mediante discusión y consenso o, de ser necesario, consultando a un tercer revisor.

#### *Evaluación de la calidad de los estudios incluidos*

Una vez seleccionados los estudios, se procedió a evaluar su calidad, dado que el número de estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad fue limitado, se consideró que una evaluación adicional de su calidad metodológica mediante escalas formales no agregaría valor sustancial a la revisión. En su lugar, se priorizó la inclusión de los estudios que cumplieran con los criterios establecidos. Dos revisores independientes evaluaron la calidad de los estudios incluidos, resolviendo cualquier discrepancia mediante discusión. En caso de no llegar a un acuerdo, se consultó a un tercer revisor.

#### *Extracción de datos*

La extracción de datos se realizó utilizando un formulario estandarizado, diseñado en Google Sheets, para capturar de manera consistente los datos clave de cada estudio. Este formulario incluyó: información general del estudio (título, autores, año de publicación y diseño del estudio), características de los participantes (número, rango de edad, sexo, nivel de actividad física y características específicas de los tatuajes, incluyendo tamaño, ubicación y antigüedad), intervenciones realizadas (en caso de aplicar, describiendo el tipo, duración y frecuencia), y medidas de resultado relacionadas con la salud dermatológica (tipo y frecuencia de complicaciones), la termorregulación (temperatura corporal y tasa de sudoración) y la percepción del dolor (umbrales de dolor y tolerancia). Se registraron las percepciones de los deportistas sobre la influencia de los tatuajes en su salud dermatológica, termorregulación, percepción del dolor y rendimiento deportivo. Al igual que en la selección de estudios, la extracción de datos se realiza de manera independiente por al menos dos revisores. Cualquier discrepancia entre los revisores se resolvió mediante discusión o consultando a un tercer revisor.

#### *Síntesis de los resultados*

Se realizó una síntesis narrativa de los resultados de todos los estudios incluidos, organizando los hallazgos por temática (salud dermatológica, termorregulación y percepción

del dolor). Si bien se consideró la posibilidad de realizar un metaanálisis, la significativa heterogeneidad en los diseños de los estudios, las poblaciones, las intervenciones y las medidas de resultado impidieron un análisis cuantitativo combinado. Específicamente, las variaciones en los tipos de ejercicio utilizados para inducir la sudoración, los métodos de medición de la sudoración (parches absorbentes, cápsulas ventiladas, termografía), las características de los tatuajes (tamaño, ubicación, antigüedad) y las características de los participantes (edad, sexo, nivel de actividad física) dificultaron la combinación de los datos de manera significativa. Las tablas y figuras se utilizarán para presentar los resultados de forma clara y concisa.

## Resultados

Para asegurar una selección rigurosa de los estudios, se realizó una búsqueda exhaustiva y se clasificaron los artículos por año de publicación. Posteriormente, se aplicaron los criterios de inclusión para determinar qué estudios serían incluidos en el análisis final (Figura 1).

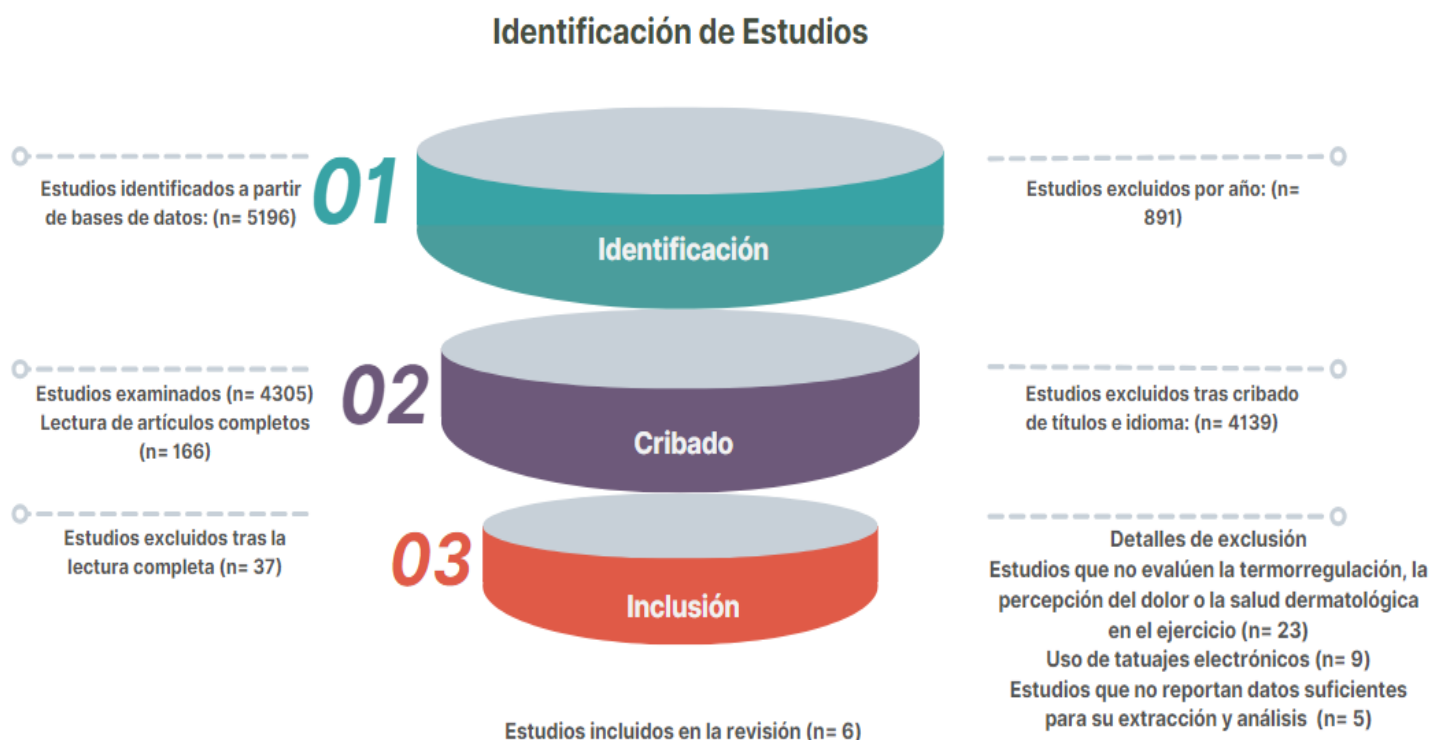


Figura 1. Diagrama de flujo de la identificación, e inclusión del estudio.

Tabla 1.  
*Características y Hallazgos de los Estudios Incluidos en la Revisión Sistemática*

Título del estudio	Autores (Año)	Tipo de estudio	Objetivos	Población y características del tatuaje	Método	Resultados	Conclusiones	Limitaciones	Implicaciones
Multiple regression analyses to determine the effect of sweating rate and tattoo characteristics on sweat outcome measures during exercise	Keyes et al. (2022)	Observacional	Analizar la influencia de la tasa de sudoración y las características del tatuaje (edad, color, densidad) en las diferencias en las concentraciones de electrolitos en el sudor.	33 participantes (17 hombres, 16 mujeres), edad media 37 años. 48 tatuajes analizados, con diferente antigüedad (3 semanas a 20 años), colores y densidades (10-100%).	Ciclismo en interiores (90 min), ciclismo en exteriores (~90 min), sesiones de fitness (60 min) y carreras (40-60 min). Parches absorbentes. Cromatografía iónica.	No se observaron diferencias en la tasa de sudoración ni en [K+] entre piel tatuada y no tatuada. Tatuajes más recientes: ↑[Na+]. Tatuajes de colores: ↑[Cl-].	La edad y el color del tatuaje pueden tener un pequeño efecto en la concentración de electrolitos en el sudor.	No se controló el estado de aclimatación al calor.	Considerar la edad y el color del tatuaje al interpretar resultados de pruebas de sudor.
No effect of tattoos on local sweat concentrations of select cytokines, cortisol, glucose, blood urea nitrogen, or lactate during exercise	Merritt et al. (2024)	Observacional	Evaluar si los tatuajes afectan las concentraciones locales de diversos biomarcadores en el sudor.	16 participantes (8 hombres, 8 mujeres), edades 25-48 años. Tatuajes en diversas localizaciones, antigüedad promedio 6 años.	Sesión de ejercicio grupal al aire libre (60 min, 27 ± 3 °C, 63 ± 4% RH, 26 ± 3 °C WBGT). Parches absorbentes. ELISA y Multiplex.	No se observaron diferencias en la tasa de sudoración ni en las concentraciones de EGF, IL-1α, IL-8, cortisol, glucosa, BUN ni lactato entre piel tatuada y no tatuada.	Los tatuajes permanentes de más de un año no parecen afectar la sudoración ni la composición del sudor.	Tamaño de la muestra pequeño.	Los tatuajes no parecen interferir con la medición de biomarcadores en el sudor, lo que podría ser útil para dispositivos portátiles que monitorizan la salud.
No Effect of Permanent Tattoos on Local Sweat	King et al. (2022)	Observacional	Investigar la influencia del tatuaje en la concentración y	16 participantes (8 hombres, 8 mujeres), edad media 34 años.	Sesión de ejercicio grupal al aire libre. Parches	No se encontraron diferencias en la tasa de	Los tatuajes no parecen afectar la composición del sudor en	Tamaño de muestra pequeño. Condiciones	Los tatuajes no parecen ser un factor a considerar al

Concentration or Excretion Rate of Urea Nitrogen, Cortisol, Glucose, or Lactate During Exercise

tasa de excreción de metabolitos en el sudor.

Tatuajes en parte superior del cuerpo, antigüedad promedio  $7 \pm 5$  años.

absorbentes. ELISA.

sudoración ni en las concentraciones de nitrógeno ureico, cortisol, glucosa y lactato entre piel tatuada y no tatuada.

relación a los metabolitos estudiados.

ambientales no especificadas.

analizar la composición del sudor en relación a los metabolitos estudiados.

Permanent tattooing has no impact on local sweat rate, sweat sodium concentration and skin temperature or prediction of whole-body sweat sodium concentration during moderate-intensity cycling in a warm environment

Beliveau et al. (2020)

Experimental

Evaluar el impacto del tatuaje en la tasa de sudoración, la concentración de sodio en el sudor y la temperatura de la piel durante el ejercicio.

13 hombres, edad media 27 años. Promedio de 3.4 tatuajes por persona ( $1117 \pm 892$  cm<sup>2</sup>), antigüedad promedio del tatuaje  $2.8 \pm 1.7$  años.

Ciclismo (60 min,  $66 \pm 4\%$  VO<sub>2</sub>peak, 32 °C, 35% RH). Parches absorbentes, electrodos selectivos de iones y termografía.

No se observaron diferencias en la tasa de sudoración, [Na<sup>+</sup>] ni temperatura de la piel entre piel tatuada y no tatuada.

Los tatuajes no parecen afectar la función de las glándulas sudoríparas ni la termorregulación durante el ejercicio en un ambiente cálido.

Tamaño de la muestra pequeño. Solo hombres. No se pudo medir el flujo sanguíneo en piel tatuada.

Los atletas con tatuajes no parecen tener mayor riesgo de deshidratación o alteraciones electrolíticas durante el ejercicio en ambientes cálidos.

Tattoos do not affect exercise-induced localised sweat rate or sodium concentration

Rogers et al. (2019)

Experimental

Investigar si los tatuajes alteran la tasa de sudoración y la [Na<sup>+</sup>] durante el ejercicio.

22 participantes (14 hombres, 8 mujeres), edad media 25.1 años. Tatuajes en brazos, antebrazos, pectorales,

Ciclismo intermitente (20 min). Parches absorbentes.

No se observaron diferencias en la tasa de sudoración ni en la [Na<sup>+</sup>] entre piel

Los tatuajes no parecen afectar la sudoración local durante el ejercicio.

Tamaño de muestra pequeño. Intensidad moderada. Ambiente no caluroso.

Los atletas con tatuajes no deberían preocuparse por un impacto negativo en su capacidad de sudoración.

CIEMHCAVI

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO  
HUMANO Y CALIDAD DE VIDA

Tattoos Effect Local Sweat Excretion Rate of Epidermal Growth Factor During Outdoor Group Fitness Exercise	Brown et al. (2022)	Observacional	Determinar si la piel tatuada presenta diferencias en la tasa de excreción de EGF.	16 participantes (8 hombres, 8 mujeres), edad media 34 años. Tatuaje en diferentes localizaciones.	axilas y espalda superior, clasificados como "densos" o "parciales".	Sesión de fitness grupal al aire libre (~60 min, ~27 ± 3 °C, 63 ± 4% RH). Parches absorbentes. Multiplex.	tatuada y no tatuada.	Menor tasa de excreción de EGF en la piel tatuada.	Los tatuajes podrían afectar la función de las glándulas sudoríparas, influyendo en la tasa de excreción de EGF.	Tamaño de muestra pequeño. No se evaluó la temperatura de la piel.	Se necesitan más estudios para comprender si la menor tasa de excreción de EGF en la piel tatuada podría tener implicaciones para la función de barrera de la piel o para la susceptibilidad a irritaciones o infecciones en personas con tatuajes.
---	------------------------	---------------	--	--	--	---	-----------------------	--	--	--	---

% = Porcentaje, Min. = Minutos, K+ = Potasio, Na+ = Sodio, Cl- = Cloro, °C = Grados Centígrados, ± = Más/menos, RH= Humedad Relativa, WBGT= Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, EGF= Factor de Crecimiento Epidérmico, IL= Interleucina, BUN= Nitrógeno, Ureico en Sangre, VO2peak= Consumo de Oxígeno Pico

La Tabla 1 presenta un resumen detallado de los hallazgos de seis estudios que investigaron el impacto de los tatuajes en la sudoración, utilizando el ejercicio como método de inducción. Los tipos de ejercicio fueron el ciclismo, la carrera y sesiones de ejercicio físico. Esta variabilidad en los protocolos de ejercicio introduce un grado de heterogeneidad significativo que es importante considerar al comparar los resultados. En total, las muestras incluyeron a 116 participantes, de los cuales 68 eran hombres y 48 mujeres. De estos, solo dos especificaron la cantidad total de tatuajes analizados: Keyes et al., (2022) examinaron 48 tatuajes, y Beliveau et al., (2020) reportaron datos que permiten estimar un total de 44 tatuajes analizados en su trabajo. En los otros artículos no se reportó este dato, a pesar de que algunos participantes tenían múltiples tatuajes, lo que dificulta una comparación precisa del tamaño y la densidad de los tatuajes entre cada uno de ellos. En cuanto al diseño, cuatro fueron observacionales (Brown et al., 2022; Keyes et al., 2022; King et al., 2022; Merritt et al., 2024) y dos experimentales (Beliveau et al., 2020; Rogers et al., 2019).

Para inducir la sudoración, se utilizaron diversos protocolos de ejercicio con variaciones en la duración y la intensidad. Tres estudios utilizaron el ciclismo como método para inducir la sudoración. Beliveau et al., (2020) empleó una sesión de ciclismo de 60 min a una intensidad del  $66\pm 4\%$  del  $VO_{2peak}$  en un ambiente cálido ( $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $35\%$  humedad relativa). Rogers et al., (2019) utilizó 20 min de ciclismo intermitente a una intensidad percibida como difícil por los participantes, mientras que Keyes et al., (2022) incluyeron tanto sesiones de ciclismo en interiores de 90 min a una intensidad moderada ( $153\pm 19$  watts) como sesiones de ciclismo en exteriores de aproximadamente 90 min a una velocidad autoseleccionada ( $23 \pm 2$  km/h). Keyes et al., (2022) también incluyeron sesiones de carrera al aire libre con una duración entre 40 y 60 min a una velocidad autoseleccionada ( $11 \pm 1$  km/h). Dos estudios, Brown et al., (2022) y King et al., (2022) utilizaron sesiones de fitness grupales al aire libre de aproximadamente 60 min para provocar la sudoración, aunque las condiciones ambientales específicas no se detallaron en King et al., (2022), lo que introduce una variable no controlada que podría influir en la tasa de sudoración.

En cuanto a la medición de la tasa de sudoración, todos los artículos incluidos utilizaron parches absorbentes. Adicionalmente, Beliveau et al., (2020) emplearon termografía para medir la temperatura de la piel. Es importante destacar que ninguno de los estudios que utilizaron ejercicio como método para inducir la sudoración encontró diferencias significativas en la tasa de sudoración ni en la concentración de electrolitos en el sudor (sodio, potasio, cloro) entre la piel tatuada y no tatuada. Keyes et al., (2022) observaron que los tatuajes más recientes se asociaban con una mayor concentración de sodio en el sudor, y los tatuajes de colores se asociaban con una mayor concentración de cloro. Sin embargo, la tasa de sudoración y la concentración de potasio no se vieron afectadas por la edad, el color o la densidad del tatuaje. Brown et al., (2022) reportaron una menor tasa de EGF en la piel tatuada. Es importante considerar que, si bien este fue el único artículo que evaluó este biomarcador, la capacidad de generalizar estos hallazgos dependerá de las características de los estudios y no solo de su cantidad.

## Discusión

Esta revisión sistemática se propuso identificar, analizar y sintetizar la evidencia sobre el impacto de los tatuajes en la termorregulación, la percepción del dolor y

la salud dermatológica en individuos que realizan actividad física regular. El hallazgo principal, en línea con los estudios incluidos, indica que los tatuajes no afectan significativamente la tasa de sudoración durante el ejercicio (Beliveau et al., 2020; Brown et al., 2022; Keyes et al., 2022; King et al., 2022; Merritt et al., 2024; Rogers et al., 2019). Sin embargo, el panorama no es tan claro cuando en investigaciones previas que emplearon métodos de inducción de la sudoración diferentes al ejercicio, como la iontoforesis con pilocarpina y el calentamiento corporal pasivo, reportaron una disminución en la tasa de sudoración en piel tatuada (Luetkemeier et al., 2017, 2020). Esta discrepancia subraya la importancia de considerar el tipo de estímulo sudorífico al evaluar el impacto de los tatuajes en la función sudorípara. La iontoforesis y el calentamiento corporal pasivo inducen la sudoración de forma localizada, sin la activación completa de la respuesta termorreguladora sistémica, lo que podría magnificar las diferencias entre la piel tatuada y la no tatuada. En contraste, durante el ejercicio, la sudoración se regula a través de una compleja interacción de mecanismos fisiológicos que involucran al sistema nervioso simpático, la termorregulación central, el flujo sanguíneo cutáneo y otros factores (Lei et al., 2024; Périard et al., 2021; Racinais et al., 2015).

Durante el ejercicio, el sistema nervioso simpático, a través de la liberación de acetilcolina, activa las glándulas sudoríparas ecrinas distribuidas por toda la superficie corporal, aumentando la producción de sudor para disipar el calor generado por el metabolismo muscular (Baker & Wolfe, 2020). A su vez, la vasodilatación cutánea, mediada por mecanismos locales y la redistribución del flujo sanguíneo, facilita la disipación del calor a través de la evaporación del sudor (Hu et al., 2018). Esta respuesta sistémica, coordinada para mantener la homeostasis térmica (Périard et al., 2021), podría compensar cualquier alteración local en la función de las glándulas sudoríparas en las zonas tatuadas, como la provocada por la inflamación o el daño físico, lo que explica por qué los estudios que utilizaron ejercicio no encontraron diferencias significativas en la tasa de sudoración. Es decir, aunque un tatuaje pudiera teóricamente afectar la función de las glándulas sudoríparas a nivel local, la respuesta fisiológica global al ejercicio parece ser suficiente para mantener una termorregulación adecuada en la mayoría de los individuos tatuados. Esta hipótesis se ve reforzada por la evidencia de que los atletas con altos niveles de condición física, quienes típicamente poseen una mayor capacidad termorreguladora (Périard et al., 2021), no experimentan una disminución significativa en la tasa de sudoración en la piel tatuada durante el ejercicio.

Si bien la tasa de sudoración no parece verse afectada, Keyes et al., (2022) observaron que los tatuajes más recientes tenían mayor concentración de sodio ( $[Na^+]$ ) y los tatuajes de colores mayor concentración de cloro ( $[Cl^-]$ ) en el sudor, lo cual sugiere una posible disfunción transitoria de las glándulas sudoríparas durante el proceso de cicatrización o una interacción específica entre los pigmentos y los electrolitos (Baker & Wolfe, 2020). Adicionalmente, Brown et al., (2022) reportaron una menor tasa de excreción del EGF en la piel tatuada durante el ejercicio. Estas alteraciones en la composición del sudor, aunque sutiles, podrían tener implicaciones para la hidratación y la salud dermatológica, especialmente en deportistas que entrenan o compiten en ambientes calurosos. Por lo tanto, se requieren estudios con mayor control y estandarización para determinar la relevancia fisiológica de estos hallazgos.

Dos mecanismos principales podrían explicar una potencial alteración de la sudoración: el daño físico a las glándulas sudoríparas durante el proceso del tatuaje y la inflamación crónica. Durante el tatuaje, las agujas penetran repetidamente la piel hasta la dermis para depositar los pigmentos. Considerando la profundidad de penetración de estas agujas (1-4mm), reportada en estudios como los de Baranska et al., (2018); Kluger, (2021) y Olszewska et al., (2023) existe la posibilidad de daño directo a las glándulas sudoríparas, que se encuentran en la dermis reticular y la hipodermis (Ross & Pawlina, 2007). Este daño podría afectar la capacidad de las glándulas para producir y secretar sudor. Además, (Olszewska et al., 2023) observaron una mayor acumulación de pigmento cerca de los vasos sanguíneos, lo que sugiere un posible daño también a la microvasculatura dérmica, pudiendo influir indirectamente en la función de las glándulas sudoríparas al comprometer el suministro de sangre y nutrientes. La inflamación, una respuesta fisiológica natural al trauma del tatuaje, también juega un papel importante en la cicatrización y la función de la piel. Si bien la inflamación aguda es una parte esencial del proceso de reparación tisular, la inflamación crónica, que puede persistir durante meses o incluso años después del tatuaje Islam et al., (2016), podría ser un factor determinante en la alteración de la sudoración. La inflamación crónica, como se describe en Wynn & Vannella, (2016) puede afectar negativamente la función de las glándulas sudoríparas y la termorregulación. Este proceso inflamatorio persistente puede inducir fibrosis en la dermis, modificando su estructura normal y afectando potencialmente la función de las glándulas sudoríparas. Adicionalmente, la inflamación puede alterar la permeabilidad de los vasos sanguíneos dérmicos y los conductos sudoríparas, influyendo en la cantidad y la composición del sudor (Kluger, 2021).

El proceso de tatuaje también podría afectar la función de barrera cutánea, un elemento clave en la homeostasis de la piel y la termorregulación Rajkumar et al., (2023) y Serrano-Serra et al., (2021) La barrera cutánea, compuesta principalmente por el estrato córneo, regula la pérdida de agua transepidérmica (TEWL) y participa en el control de la evaporación del sudor, lo que influye directamente en la capacidad del cuerpo para disipar el calor. El daño físico causado por las agujas del tatuaje y la inflamación asociada podrían alterar la integridad del estrato córneo, afectando la función de barrera y, potencialmente, la termorregulación. Si bien la evidencia sobre este tema aún es limitada, la posibilidad de que la piel tatuada sea más susceptible a la deshidratación o a la alteración de la termorregulación durante el ejercicio, especialmente en condiciones de calor extremo, merece mayor investigación.

La percepción del dolor en la piel tatuada durante el ejercicio es un área poco explorada. Si bien el proceso de tatuaje en sí mismo implica dolor agudo (Serup, Kluger, et al., 2015; Witkoś & Hartman-Petrycka, 2020), se desconoce cómo la piel tatuada, potencialmente más sensible debido a la inflamación o la cicatrización, responde al dolor o las molestias inducidas por el ejercicio. Investigaciones sobre la percepción del dolor en deportistas (Assa et al., 2019; Astokorki & Mauger, 2017; Geva & Defrin, 2013) sugieren que la tolerancia al dolor puede variar según el tipo de deporte, pero las posibles interacciones con la presencia de tatuajes no se han explorado suficientemente. La posibilidad de que los tatuajes puedan modular la percepción del dolor durante el ejercicio, y si esto tiene implicaciones para el rendimiento deportivo, es una pregunta intrigante que requiere mayor investigación.

Finalmente, la salud dermatológica es una consideración importante para los deportistas tatuados. Las complicaciones dermatológicas, como infecciones, reacciones alérgicas y formación de queloides (Islam et al., 2016; Kluger, 2021; Serup, Carlsen, et al., 2015), pueden verse exacerbadas por la fricción, la sudoración y la exposición a ambientes húmedos o contaminados durante el ejercicio. Es especialmente importante considerar que los tatuajes recién hechos, con menos de un mes de antigüedad, pueden ser más susceptibles a estas complicaciones debido al proceso de cicatrización (Tampa et al., 2022). Por lo tanto, es fundamental que los deportistas tatuados sigan las recomendaciones de cuidado de la piel, eviten tatuarse justo antes de competencias importantes, y consulten a un dermatólogo ante cualquier signo de irritación o infección.

### **Limitaciones del estudio**

Este trabajo, a pesar de sus esfuerzos por ofrecer una perspectiva completa sobre la relación entre los tatuajes y la salud física, presenta limitaciones importantes que deben tomarse en cuenta al interpretar los resultados. El tamaño relativamente pequeño de las muestras en muchos de los estudios incluidos limita la potencia estadística y la generalización de los hallazgos a poblaciones más amplias. La variabilidad metodológica entre los estudios, incluyendo diferencias en los diseños de investigación, las poblaciones estudiadas (principalmente hombres jóvenes), las técnicas de medición de la sudoración, las variables examinadas (la mayoría de los estudios se centraron en la tasa de sudoración y la composición del sudor) y las condiciones experimentales, introduce heterogeneidad y dificulta la comparación directa de los resultados. Además, la escasez de estudios longitudinales restringe la comprensión de los efectos a largo plazo de los tatuajes en la salud dermatológica y la función cutánea. La investigación sobre la percepción del dolor en la piel tatuada durante el ejercicio es muy limitada, lo que restringe nuestra comprensión sobre las posibles interacciones entre los tatuajes, la inflamación, la cicatrización y el dolor inducido por el ejercicio. Estas limitaciones resaltan la necesidad de investigaciones futuras con diseños más robustos, muestras más representativas, un mayor control de variables y un enfoque más amplio que incluya no solo la termorregulación, sino también la percepción del dolor y la salud dermatológica, para proporcionar una evaluación más completa del impacto de los tatuajes en la salud y el rendimiento deportivo. Adicionalmente la falta de información específica sobre la medición del área del tatuaje y el tipo de tinta utilizados en los estudios incluidos, representa una limitación importante que impide obtener una mayor claridad sobre los resultados.

### **Aplicaciones prácticas**

La evidencia revisada, aunque no concluyente, presenta varias implicaciones prácticas para profesionales de la salud y deportistas. Es importante que los profesionales de la salud evalúen individualmente cada caso de deportista con tatuajes, ya que, aunque no hay evidencia de un efecto general en la termorregulación, las características específicas de los tatuajes, el ambiente y la posibilidad de alteraciones en la composición del sudor, podrían influir en algunos individuos y tener implicaciones para el balance hidroelectrolítico. Por lo tanto, es crucial realizar una evaluación individualizada de cada deportista con tatuajes, considerando sus características personales, el tipo de tatuaje, la extensión de la piel cubierta

y las condiciones ambientales a las que estará expuesto, para brindar recomendaciones personalizadas sobre hidratación y estrategias de enfriamiento.

Los atletas con tatuajes deben ser conscientes de que sus tatuajes podrían generar una respuesta inflamatoria crónica, la cual podría afectar la función de las glándulas sudoríparas y la salud de la piel. Se recomienda mantener una adecuada hidratación, evitar el ejercicio en condiciones de calor extremo y estar atentos a los síntomas de deshidratación o golpe de calor, así como a cualquier signo de irritación, infección u otra complicación en la piel tatuada. Consultar con un profesional de la salud ante cualquier duda o síntoma es fundamental. Asimismo, las personas que consideren hacerse un tatuaje deben ser informadas sobre los posibles riesgos y beneficios, incluyendo el impacto potencial en la sudoración, la salud de la piel y la percepción del dolor. La elección de un artista con experiencia y el cumplimiento riguroso de las recomendaciones de cuidado posterior son cruciales para minimizar el riesgo de complicaciones.

## **Conclusiones**

Esta revisión sistemática analizó los efectos de los tatuajes en la termorregulación, la percepción del dolor y la salud dermatológica en individuos que realizan actividad física regular.

En cuanto a la termorregulación, no se encontraron diferencias significativas en la tasa de sudoración entre la piel tatuada y la no tatuada durante el ejercicio. Aunque se observaron variaciones en la concentración de sodio y cloro en el sudor en tatuajes recientes y de colores, respectivamente y una disminución del factor de crecimiento epidérmico, la tasa de sudoración general no se vio afectada. Estos hallazgos sugieren que, si bien la composición del sudor puede verse ligeramente alterada en la piel tatuada, la capacidad general de termorregulación mediante la sudoración permanece intacta.

Respecto a la percepción del dolor, ninguno de los estudios incluidos en esta revisión evaluó directamente este factor durante el ejercicio en personas con tatuajes. A pesar de que el proceso de tatuaje en sí mismo es doloroso, esta revisión se centra en los posibles efectos posteriores del tatuaje en la percepción del dolor durante la actividad física, un área que requiere mayor investigación.

En relación con la salud dermatológica, los resultados indican que la piel tatuada puede experimentar cambios en su función barrera y en la composición del sudor. La reducción en la excreción del factor de crecimiento epidérmico podría afectar la regeneración cutánea y la cicatrización de heridas. Las variaciones en las concentraciones de sodio y cloro en el sudor observadas en tatuajes recientes y de colores, respectivamente, sugieren posibles alteraciones en el balance hidroelectrolítico de la piel. Se necesitan más estudios para determinar la relevancia clínica de estos hallazgos y para investigar otras posibles complicaciones dermatológicas asociadas a los tatuajes en personas que realicen actividad física, como irritaciones, infecciones o reacciones alérgicas.

Esta revisión revela que los tatuajes no afectan significativamente la termorregulación durante el ejercicio. Es importante señalar que, la escasez de estudios sobre la percepción del dolor y la salud dermatológica, especialmente en deportistas, limita la comprensión de sus efectos a largo plazo. La creciente popularidad de los tatuajes exige una mayor inversión en

investigación científica rigurosa para abordar estas lagunas en el conocimiento y garantizar la salud y el bienestar de los atletas tatuados.

## Referencias

- Assa, T., Geva, N., Zarkh, Y., & Defrin, R. (2019). The type of sport matters: Pain perception of endurance athletes versus strength athletes. *European Journal of Pain*, 23(4), 686-696. <https://doi.org/10.1002/ejp.1335>
- Astokorki, A. H. Y., & Mauger, A. R. (2017). Tolerance of exercise-induced pain at a fixed rating of perceived exertion predicts time trial cycling performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(3), 309-317. <https://doi.org/10.1111/sms.12659>
- Atkinson, M. (2002). Pretty in Ink: Conformity, Resistance, and Negotiation in Women's Tattooing. *Sex Roles*, 47(5), 219-235. <https://doi.org/10.1023/A:1021330609522>
- Baker, L. B., & Wolfe, A. S. (2020). Physiological mechanisms determining eccrine sweat composition. *European Journal of Applied Physiology*, 120(4), 719-752. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04323-7>
- Baranska, A., Shawket, A., Jouve, M., Baratin, M., Malosse, C., Voluzan, O., Vu Manh, T.-P., Fiore, F., Bajénoff, M., Benaroch, P., Dalod, M., Malissen, M., Henri, S., & Malissen, B. (2018). Unveiling skin macrophage dynamics explains both tattoo persistence and strenuous removal. *The Journal of Experimental Medicine*, 215(4), 1115-1133. <https://doi.org/10.1084/jem.20171608>
- Beliveau, J., Perreault-Briere, M., Jeker, D., Deshayes, T. A., Durán-Suárez, A., Baker, L. B., & Goulet, E. D. B. (2020). Permanent tattooing has no impact on local sweat rate, sweat sodium concentration and skin temperature or prediction of whole-body sweat

- sodium concentration during moderate-intensity cycling in a warm environment. *European Journal of Applied Physiology*, 120(5), 1111-1122. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04350-4>
- Brown, S., King, M., Keyes, D., Engel, M., Ciciora-Gold, M., De Chavez, P., & Baker, L. (2022). Tattoos Effect Local Sweat Excretion Rate of Epidermal Growth Factor During Outdoor Group Fitness Exercise. *FASEB Journal*, 36, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.L7824>
- Geva, N., & Defrin, R. (2013). Enhanced pain modulation among triathletes: A possible explanation for their exceptional capabilities. *PAIN*, 154(11), 2317. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.06.031>
- Hu, Y., Converse, C., Lyons, M. C., & Hsu, W. H. (2018). Neural control of sweat secretion: A review. *The British Journal of Dermatology*, 178(6), 1246-1256. <https://doi.org/10.1111/bjd.15808>
- Islam, P. S., Chang, C., Selmi, C., Generali, E., Huntley, A., Teuber, S. S., & Gershwin, M. E. (2016). Medical Complications of Tattoos: A Comprehensive Review. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 50(2), 273-286. <https://doi.org/10.1007/s12016-016-8532-0>
- Keyes, D. M., Brown, S. D., King, M. A., Engel, M. D., Ciciora-Gold, M., Chavez, P. J. D., & Baker, L. B. (2022). Multiple regression analyses to determine the effect of sweating rate and tattoo characteristics on sweat outcome measures during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 122(10), 2163-2174. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04989-1>

- King, M. A., Keyes, D., Brown, S., Engel, M., Ciciora-Gold, M., De Chavez, P., & Baker, L. (2022). No Effect of Permanent Tattoos on Local Sweat Concentration or Excretion Rate of Urea Nitrogen, Cortisol, Glucose, or Lactate During Exercise. *FASEB Journal*, 36, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3205>
- Kluger, N. (2021). Tattoos among athletes: A matter of concern? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(4), 600-603. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11229-5>
- Klügl, I., Hiller, K.-A., Landthaler, M., & Bäumler, W. (2010). Incidence of health problems associated with tattooed skin: A nation-wide survey in German-speaking countries. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 221(1), 43-50. <https://doi.org/10.1159/000292627>
- Laumann, A. E., & Derick, A. J. (2006). Tattoos and body piercings in the United States: A national data set. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 55(3), 413-421. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2006.03.026>
- Lei, T.-H., Lin, C., Amano, T., Ooue, A., Mündel, T., Cotter, J. D., Fujii, N., Nishiyasu, T., & Kondo, N. (2024). Comparing thermoregulatory responses between short and long moderate intensity intermittent exercise protocols with the same duty cycle. *Journal of Thermal Biology*, 119, 103750. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103750>
- Li, S., Kim, Y., Lee, J. W., & Prausnitz, M. R. (2022). Microneedle patch tattoos. *iScience*, 25(10), 105014. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105014>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate

- health care interventions: Explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1-34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Likness, L. P. (2011). Common dermatologic infections in athletes and return-to-play guidelines. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 111(6), 373-379. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2011.111.6.373>
- Luetkemeier, M. J., Allen, D. R., Huang, M., Pizzey, F. K., Parupia, I. M., Wilson, T. E., & Davis, S. L. (2020). Skin tattooing impairs sweating during passive whole body heating. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 129(5), 1033-1038. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00427.2019>
- Luetkemeier, M. J., Hanisko, J. M., & Aho, K. M. (2017). Skin Tattoos Alter Sweat Rate and Na<sup>+</sup> Concentration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(7), 1432-1436. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001244>
- Merritt, J. R., Ozga, M., De Chavez, P. J. D., Boolani, A., & Baker, L. B. (2024). No effect of tattoos on local sweat concentrations of select cytokines, cortisol, glucose, blood urea nitrogen, or lactate during exercise. *Scientific Reports*, 14(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63057-0>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic

- review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Muñoz-Ortiz, J., Gómez-López, M. T., Echeverry-Hernández, P., Ramos-Santodomingo, M. F., & de-la-Torre, A. (2021). Dermatological and Ophthalmological Inflammatory, Infectious, and Tumoral Tattoo-Related Reactions: A Systematic Review. *The Permanente Journal*, 25, 20.225. <https://doi.org/10.7812/TPP/20.225>
- Olszewska, J., Charuta, A., Paziewska, A., Wawrzyniak, A., Baj, J., Teresiński, G., Buszewicz, G., & Kryska, M. (2023). The relation between the depth of pigment disposition and men's skin thickness, the age and tattoo locations on the body. *Histology and Histopathology*, 38(5), 503-511. <https://doi.org/10.14670/HH-18-559>
- Périard, J. D., Eijssvogels, T. M. H., & Daanen, H. A. M. (2021). Exercise under heat stress: Thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiological Reviews*, 101(4), 1873-1979. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2020>
- 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., & Périard, J. D. (2015). Consensus recommendations on training and competing in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 49(18), 1164-1173. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094915>
- Rajkumar, J., Chandan, N., Lio, P., & Shi, V. (2023). The Skin Barrier and Moisturization: Function, Disruption, and Mechanisms of Repair. *Skin Pharmacology and Physiology*, 36(4), 174-185. <https://doi.org/10.1159/000534136>

- Rogers, E., Irwin, C., McCartney, D., Cox, G. R., & Desbrow, B. (2019). Tattoos do not affect exercise-induced localised sweat rate or sodium concentration. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(11), 1249-1253. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.06.004>
- Ross, M. H., & Pawlina, W. (2007). *Histología: Texto y atlas color con biología celular y molecular*. Ed. Médica Panamericana.
- Serrano-Serra, J.-P., Montero-Vilchez, T., Buendia-Eisman, A., & Arias-Santiago, S. (2021). Epidermal Barrier Function and Skin Homeostasis in Skin with Permanent and Adhesive Tattoos: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(4), 888. <https://doi.org/10.3390/jcm10040888>
- Serup, J., Carlsen, K. H., & Sepehri, M. (2015). Tattoo complaints and complications: Diagnosis and clinical spectrum. *Current Problems in Dermatology*, 48, 48-60. <https://doi.org/10.1159/000369645>
- Serup, J., Kluger, N., & Bäumlner, W. (Eds.). (2015). *Tattooed Skin and Health*. Karger. <https://doi.org/10.1159/000369225>
- Shibasaki, M., Wilson, T. E., & Crandall, C. G. (2006). Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 100(5), 1692-1701. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01124.2005>
- Shinohara, M. M. (2016). Complications of decorative tattoo. *Clinics in Dermatology*, 34(2), 287-292. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2015.07.003>

- Tampa, M., Mitran, M. I., Mitran, C. I., Matei, C., Amuzescu, A., Buzatu, A. A., & Georgescu, S. R. (2022). Viral Infections Confined to Tattoos-A Narrative Review. *Medicina (Kaunas)*, 58(3), 342. <https://doi.org/10.3390/medicina58030342>
- Witkoś, J., & Hartman-Petrycka, M. (2020). Gender Differences in Subjective Pain Perception during and after Tattooing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9466. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249466>
- Wohlrab, S., Stahl, J., Rammsayer, T., & Kappeler, P. (2007). Differences in personality characteristics between body-modified and non-modified individuals: Associations with individual personality traits and their possible evolutionary implications. *European Journal of Personality*, 21, 931-951. <https://doi.org/10.1002/per.642>
- Wynn, T. A., & Vannella, K. M. (2016). Macrophages in Tissue Repair, Regeneration, and Fibrosis. *Immunity*, 44(3), 450-462. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2016.02.015>