Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara
ISSN 2469-0783
Fundación MenteClara
Investigación, docencia y asistencia
revista@fundacionmenteclara.org.ar

Artículos atravesados por (o cuestionando) la idea del sujeto -y su género- como una construcción psicobiológica de la cultura.
Articles driven by (or questioning) the idea of the subject -and their gender- as a cultural psychobiological construction.
Vol. 11 (2026), enero-diciembre
ISSN 2469-0783

EFECTOS TÓXICOS DE LA EXPOSICIÓN A MICROPLÁSTICOS EN DEPORTISTAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA

TOXIC EFFECTS OF MICROPLASTIC EXPOSURE IN ATHLETES: A NARRATIVE REVIEW

Israel Osuna Flores iosuna@uaim.edu.mx
Universidad Autónoma Indígena de México, México.
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0199-2983

Cómo citar este artículo / *Citation*: Osuna Flores, I. (2026). Efectos tóxicos de la exposición a microplásticos en deportistas: Una revisión narrativa. *Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, Vol. 11 (475).
DOI: https://doi.org/10.32351/rca.v11.475

Copyright: © 2026 RCAFMC. Este artículo de acceso abierto es distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).
Recibido: 17/11/2026. Aceptado: 19/11/2026. Publicación online: 23/11/2026.

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar.

Resumen

Los microplásticos constituyen uno de los contaminantes emergentes de mayor preocupación para la salud pública y el medio ambiente debido a su amplia distribución, persistencia y capacidad para ingresar en los organismos vivos. La exposición humana se presenta principalmente mediante la ingestión de agua y alimentos, la inhalación de partículas suspendidas y en contacto con materiales sintéticos. En el ámbito deportivo, esta exposición puede elevarse a consecuencia del uso de superficies de césped artificial, ropa deportiva elaborada con fibras sintéticas y una mayor ventilación pulmonar durante la actividad física intensa., los deportistas son un grupo potencialmente vulnerable debido a su elevada ventilación pulmonar durante el ejercicio, elevado consumo de agua y alimentos, y exposición frecuente a ambientes contaminados. El objetivo de esta revisión es analizar los posibles efectos tóxicos de los microplásticos sobre sistemas fisiológicos relacionados con el rendimiento deportivo. La evidencia disponible indica que los MPs pueden inducir

estrés oxidativo, alteraciones inmunológicas, inflamación sistémica, disfunción endocrina y cambios en la microbiota intestinal. Estos mecanismos podrían afectar procesos fundamentales para el deportista como la recuperación muscular, capacidad antioxidante, adaptación al entrenamiento y función cardiorrespiratoria. Aún hacen falta estudios longitudinales en atletas para establecer relaciones causales entre exposición a microplásticos y disminución del rendimiento físico.

Abstract

Microplastics are among the most concerning emerging pollutants for public health and the environment due to their widespread distribution, persistence, and ability to enter living organisms. Human exposure occurs primarily through the ingestion of water and food, inhalation of suspended particles, and contact with synthetic materials. In the sports arena, this exposure can be increased as a result of the use of artificial turf surfaces, sportswear made with synthetic fibers, and greater pulmonary ventilation during intense physical activity. Athletes are a potentially vulnerable group due to their high pulmonary ventilation during exercise, high water and food consumption, and frequent exposure to contaminated environments. The objective of this review is to analyze the potential toxic effects of microplastics on physiological systems related to athletic performance. Available evidence indicates that microplastics can induce oxidative stress, immunological alterations, systemic inflammation, endocrine dysfunction, and changes in the gut microbiota. These mechanisms could affect fundamental processes for athletes, such as muscle recovery, antioxidant capacity, adaptation to training, and cardiorespiratory function. Longitudinal studies in athletes are still needed to establish causal relationships between exposure to microplastics and decreased physical performance.

Palabras Clave: microplásticos; toxicidad; deportistas; estrés oxidativo; inflamación; rendimiento físico

Keywords: microplastics; toxicity; athletes; oxidative stress; inflammation; physical performance

1. Introducción

La contaminación por microplásticos se ha venido convirtiendo en un problema ambiental y sanitario debido a su amplia distribución en aire, agua, y alimentos. Los microplásticos son partículas poliméricas menores de 5 mm que pueden transportar sustancias químicas asociadas, incluidos metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes y aditivos industriales (Li et al., 2024). La presencia de estas partículas ha sido demostrada en muestras humanas como sangre, tejidos gastrointestinales, placenta, y pulmones, lo que confirma la exposición sistémica en humanos (Chartres et al., 2024; Li et al., 2024).

La producción mundial de plásticos ha experimentado un aumento acelerado durante las últimas décadas debido a su bajo costo, versatilidad y amplia aplicación en la industria, la medicina, la agricultura y el deporte. Como consecuencia de su uso intensivo y de una gestión inadecuada de los residuos, grandes cantidades de materiales plásticos llegan al ambiente, donde sufren procesos de degradación física, química y biológica que originan partículas conocidas como microplásticos (Andrady, 2011; Geyer et al., 2017; United Nations Environment Programme [UNEP], 2023).

Los microplásticos han sido identificados en prácticamente todos los ecosistemas del planeta, incluyendo océanos, ríos, lagos, aire atmosférico, suelos agrícolas e incluso regiones polares. Estos han demostrado su presencia en alimentos de consumo cotidiano, agua potable, placenta, sangre humana, pulmones y otros tejidos, despertado una creciente preocupación sobre sus posibles efectos toxicológicos y fisiológicos (Ragusa et al., 2021; Jenner et al., 2022).

En el ámbito deportivo, la exposición a microplásticos puede adquirir una relevancia particular debido a que los atletas presentan mayores tasas de ventilación pulmonar durante el ejercicio, aumentando de esta forma la inhalación de partículas suspendidas en el aire. A lo que se le puede ello sumar el uso frecuente de superficies deportivas elaboradas con polímeros sintéticos, como los campos de césped artificial, así como la utilización de prendas confeccionadas con fibras de poliéster, elastano y nylon materiales que liberan microfibras durante su desgaste (Jiao et al., 2025). Estas condiciones podrían favorecer una mayor carga de exposición si la comparamos con la población general (Prata, 2018; De Falco et al., 2019; Allen et al., 2020; Jiao et al., 2025).

Más allá de estas fuentes, investigaciones recientes han cuantificado la presencia de microplásticos en productos de consumo habitual para deportistas. Por ejemplo,

se ha detectado una concentración de aproximadamente 240.000 partículas de microplástico por litro en algunas bebidas deportivas, lo que sugiere que la hidratación durante el entrenamiento podría ser una vía de exposición significativa y hasta ahora subestimada: asimismo, el consumo de suplementos proteicos, comunes en la dieta del atleta, ha sido identificado como una fuente adicional de contaminación (Jiao et al., 2025).

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de analizar no solo la exposición ambiental, sino también la derivada de las propias estrategias de nutrición e hidratación deportiva.

La toxicidad de los microplásticos puede estar relacionada principalmente con la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), activación de procesos inflamatorios, alteraciones metabólicas y daño celular (Tang, 2024). Estos mecanismos tienen especial relevancia en deportistas, debido a que el equilibrio entre estrés oxidativo y capacidad antioxidante es primordial para la adaptación al entrenamiento.

Además, los microplásticos pueden inducir procesos de inflamación crónica, estrés oxidativo, disfunción mitocondrial y alteraciones endocrinas, mecanismos que podrían afectar el metabolismo energético, la recuperación muscular y el rendimiento físico. Sin embargo, aún se requieren mayores investigaciones al respecto sobre los efectos específicos en atletas y personas físicamente activas. (Wright & Kelly, 2017; Campanale et al., 2020; Prata et al., 2021; Jiao et al., 2025).

El objetivo de la presente revisión es analizar la evidencia científica disponible acerca de la potencial exposición a microplásticos y sus efectos toxicológicos y discutir sus posibles implicaciones sobre la salud y el rendimiento deportivo, identificando además las principales líneas de investigación futuras.

2. Metodología

La presente investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura científica, cuyo propósito es sintetizar el conocimiento actual sobre la potencial exposición a microplásticos y sus posibles implicaciones para la salud y el rendimiento deportivo.

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos internacionales de alto impacto, entre ellas Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect y SpringerLink,

debido a su amplia cobertura de publicaciones revisadas por pares. Se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés.

Como criterios de inclusión se consideraron artículos científicos publicados entre 2011 y 2025, escritos en inglés o español, con texto completo disponible y relacionados con la toxicidad y efectos fisiológicos de los microplásticos. También se incluyeron documentos técnicos elaborados por organismos internacionales cuando aportaban información relevante sobre contaminación plástica y salud ambiental.

Se excluyeron publicaciones duplicadas, artículos de opinión sin respaldo experimental, documentos no arbitrados y estudios centrados exclusivamente en macroplásticos o residuos sólidos sin relación con los objetivos de esta revisión.

La información recopilada se organizó en cinco categorías temáticas: (1) características generales de los microplásticos; (2) efectos sobre la salud humana; (3) implicaciones para el rendimiento deportivo.

3. Microplásticos:

3.1. Origen, clasificación y distribución ambiental

Los microplásticos son partículas sólidas de material polimérico con un diámetro inferior a 5 mm que se generan por la degradación de objetos plásticos de mayor tamaño (microplásticos secundarios) o los que se producen intencionalmente para aplicaciones industriales y comerciales (microplásticos primarios) (United Nations Environment Programme, 2023).

Entre los polímeros más comunes se encuentran el polietileno (PE), el policloruro de vinilo (PVC), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), y el tereftalato de polietileno (PET), que son materiales ampliamente utilizados en textiles, envases, equipos deportivos y productos de consumo diario. Su elevada resistencia a la degradación favorece su permanencia en el ambiente durante décadas, lo que hace incrementar la probabilidad de exposición para los seres vivos (Andrady, 2011; Geyer et al., 2017; Chamas et al., 2020).

Se ha demostrado que los microplásticos están presentes en ambientes marinos, agua dulce, suelos agrícolas, aire atmosférico e incluso en regiones remotas como el Ártico y la Antártida. Al igual que han identificado en agua potable, pescados, mariscos, sal de mesa, miel y otros alimentos de consumo humano, evidenciando de esta forma la magnitud de este problema ambiental (Ragusa et al., 2021).

Las principales vías de exposición humana corresponden a la ingestión, la inhalación y el contacto dérmico. En deportistas, la inhalación adquiere especial importancia debido al incremento del volumen respiratorio durante el ejercicio intenso, lo que podría favorecer una mayor entrada de partículas suspendidas al tracto respiratorio. Sumado al desgaste de superficies deportivas sintéticas y de prendas elaboradas con fibras plásticas constituyen una fuente adicional de exposición (Wright & Kelly, 2017; Prata, 2018; Allen et al., 2020; Jiao et al., 2025).

La presencia de microplásticos en organismos humanos ha impulsado el desarrollo de herramientas biotecnológicas para su identificación y cuantificación, permitiendo comprender mejor su comportamiento y evaluar los riesgos potenciales para la salud. (Prata et al., 2021; Ragusa et al., 2021; Leslie et al., 2022).

3.2. Efectos de los microplásticos sobre la salud humana y el rendimiento deportivo

La creciente presencia de microplásticos en el ambiente ha venido despertado un notable interés científico debido a su capacidad para ingresar al organismo humano mediante la inhalación, el agua y la ingestión de alimentos e incluso por contacto con materiales sintéticos. Estudios recientes han confirmado la presencia de microplásticos y nanoplásticos en sangre, placenta, pulmones, hígado, riñones y otros tejidos, lo que demuestra que estas partículas pueden atravesar diversas barreras biológicas y distribuirse por el organismo (Jenner et al., 2022; Zhao et al., 2025).

Una de las principales respuestas biológicas asociadas con la exposición a microplásticos es el estrés oxidativo. Este fenómeno ocurre cuando la producción de especies reactivas de oxígeno supera la capacidad antioxidante del organismo, provocando daño en proteínas, lípidos y ADN celular. Estudios experimentales indican que la exposición prolongada a microplásticos incrementa la generación de radicales libres y altera el funcionamiento de las mitocondrias, afectando la producción de energía necesaria para el metabolismo celular. (Deng et al., 2017; Wright & Kelly, 2017; Hwang et al., 2019; Prata et al., 2021).

La presencia de microplásticos en tejido pulmonar humano plantea preocupación por su capacidad para generar inflamación local y alterar la respuesta inmune pulmonar (Chartres et al., 2024).

Además del estrés oxidativo, los microplásticos pueden inducir procesos inflamatorios crónicos mediante la activación de citocinas proinflamatorias, como la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α) y la interleucina-1β (IL-1β). Estas moléculas participan en la respuesta inmunitaria, pero su activación persistente puede favorecer daño tisular y retrasar los procesos normales de recuperación. (Wright & Kelly, 2017; Hwang et al., 2019; Stock et al., 2019; Prata et al., 2021). La evidencia experimental en modelos animales está comenzando a esclarecer los mecanismos que vinculan la exposición a microplásticos con el deterioro del rendimiento físico.

Estudios en ratones han demostrado que la exposición a microplásticos puede reducir significativamente la velocidad máxima y los niveles de resistencia durante el ejercicio aeróbico (Jiao et al., 2025). Además, se ha observado una disminución en la masa y fuerza muscular esquelética, atribuida a la interferencia con vías de señalización celular como PI3K/Akt/mTOR, cruciales para la síntesis de proteínas musculares (Jiao et al., 2025). Estos hallazgos indican que el impacto no es solo sistémico, sino que afecta directamente a los tejidos implicados en el movimiento y la generación de fuerza.

Los deportistas presentan un consumo elevado de líquidos y alimentos, lo que puede aumentar la ingestión accidental de microplásticos. Estas partículas pueden atravesar la barrera intestinal y modificar la microbiota, generando alteraciones metabólicas e inflamatorias.

Los estudios de revisión indican que los microplásticos pueden afectar la salud digestiva mediante estrés oxidativo, cambios en la permeabilidad intestinal y alteraciones inmunológicas (Chartres et al., 2024).

Otro mecanismo de interés corresponde a la disrupción endocrina**.** Los microplásticos pueden transportar aditivos químicos, como bisfenoles y ftalatos, capaces de interferir con la acción de diversas hormonas. Estas alteraciones podrían modificar procesos relacionados con el metabolismo energético, la regulación del cortisol, la reproducción y el mantenimiento de la masa muscular, factores de relevancia para personas físicamente activas. (Rochman et al., 2014; Wright & Kelly, 2017; Gallo et al., 2018; Prata et al., 2021).

Los deportistas sometidos a cargas elevadas de entrenamiento pueden experimentar períodos de inmunosupresión temporal. Una exposición constante a contaminantes ambientales podría potenciar alteraciones inmunológicas.

Los microplásticos pueden actuar como cuerpos extraños activando células inmunes y, además, modificando respuestas inflamatorias, aumentando potencialmente la susceptibilidad a infecciones y retrasando la recuperación.

Existen también alteraciones en el sistema cardiovascular y renal asociadas con la exposición a microplásticos. Estudios experimentales han observado inflamación vascular, alteraciones metabólicas y daño celular que podrían comprometer la función de estos órganos. Aunque la evidencia en humanos aún es limitada, justifica la necesidad de ampliar la investigación sobre los posibles efectos sistémicos de estas partículas. (Deng et al., 2017; Campanale et al., 2020; Prata et al., 2021; Vethaak & Legler, 2021).

En el ambiente deportivo, los atletas constituyen un grupo de especial interés debido a sus características fisiológicas. Durante el ejercicio intenso aumentan considerablemente la frecuencia respiratoria y el volumen de aire inspirado, favoreciendo la inhalación de partículas suspendidas en el ambiente. Asimismo, el uso de ropa elaborada con fibras sintéticas, botellas plásticas reutilizables y superficies deportivas artificiales representa una fuente adicional de exposición a microplásticos. (Wright & Kelly, 2017; Prata, 2018; Allen et al., 2020; Jiao et al., 2025).

A pesar de que todavía no existe evidencia concluyente que demuestre una disminución directa del rendimiento deportivo causada por los microplásticos, algunos autores proponen mecanismos biológicos plausibles. El aumento del estrés oxidativo y de la inflamación podría reducir la eficiencia mitocondrial, disminuir la capacidad de recuperación muscular después del entrenamiento e incrementar la fatiga durante ejercicios prolongados. De igual manera, las alteraciones endocrinas pueden afectar la adaptación al entrenamiento y los procesos de regeneración tisular (Wright & Kelly, 2017; Campanale et al., 2020; Prata et al., 2021; Jiao et al., 2025).

Para la medicina del deporte, estos avances resaltan la importancia de implementar estrategias preventivas orientadas a disminuir la exposición de los atletas. Entre ellas destacan la mejora de la calidad del aire en instalaciones deportivas cerradas, el uso de materiales con menor liberación de microfibras, la evaluación periódica de la calidad del agua de consumo y el desarrollo de tecnologías

biotecnológicas para monitorear contaminantes ambientales en escenarios deportivos (Prata, 2018; Allen et al., 2020; Schwaferts et al., 2020; Jiao et al., 2025).

La evidencia científica disponible sugiere que los microplásticos representan un posible factor de riesgo emergente para la salud humana y el rendimiento físico. Sin embargo, los estudios clínicos en deportistas aún son escasos, por lo que resulta prioritario desarrollar investigaciones longitudinales que permitan establecer relaciones causales, definir niveles seguros de exposición e identificar biomarcadores tempranos mediante herramientas biotecnológicas. (Ivleva, 2021; Prata et al., 2021; Vethaak & Legler, 2021; Jiao et al., 2025).

4. Discusión

La evidencia científica analizada en esta revisión confirma que los microplásticos representan un contaminante emergente con implicaciones potenciales para la salud humana y, de manera particular, para las personas que realizan actividad física de forma habitual. La identificación de estas partículas en sangre, placenta, pulmones, y otros tejidos demuestra que la exposición humana es continua y que los microplásticos pueden atravesar barreras biológicas, lo que ha motivado un creciente interés por comprender sus efectos fisiológicos a corto y largo plazo (Ragusa et al., 2021; Jenner et al., 2022).

Uno de los principales resultados científicos es que los microplásticos pueden inducir estrés oxidativo, inflamación y alteraciones del metabolismo celular. Estos mecanismos son ampliamente reconocidos como factores que afectan la homeostasis del organismo y participan en el desarrollo de enfermedades crónicas. A pesar de que la mayoría de las investigaciones disponibles se han realizado en modelos experimentales, los resultados sugieren que la exposición prolongada podría influir en la función mitocondrial, la regulación endocrina y la respuesta inmunitaria (Kobacs et al., 2025).

En el ámbito deportivo, la información disponible todavía es limitada. Sin embargo, los estudios publicados coinciden en que los atletas pueden constituir un grupo con mayor riesgo de exposición debido al incremento de la ventilación pulmonar durante el ejercicio, al uso frecuente de superficies sintéticas y al contacto continuo con textiles elaborados a partir de fibras plásticas (Jiao et al., 2025). Estas condiciones podrían favorecer una mayor incorporación de partículas al organismo en comparación con personas que no practican deporte.

Desde el punto de vista fisiológico, un incremento sostenido del estrés oxidativo y de la inflamación podría afectar procesos fundamentales para el rendimiento deportivo, como la recuperación muscular, la producción de energía, la adaptación al entrenamiento y la reparación del tejido dañado. Aunque hay que aclarar, que la evidencia clínica disponible aún no permite establecer una relación causal directa entre la exposición a microplásticos y una disminución del rendimiento físico. Esta limitación motiva la necesidad de realizar estudios prospectivos en atletas de diferentes disciplinas y niveles competitivos (Kadac-Czapska et al., 2024)

Un marco conceptual emergente que podría explicar la susceptibilidad de los deportistas es la teoría de la barrera epitelial, la cual postula que la exposición a contaminantes ambientales, incluidos los microplásticos, junto con aditivos alimentarios y el estrés fisiológico del ejercicio intenso, puede dañar las barreras epiteliales de la piel, el tracto respiratorio y el sistema digestivo (Kistler et al., 2024). Este daño conduciría a una disbiosis del microbioma y a una inflamación crónica de bajo grado, afectando la salud general y, potencialmente, el rendimiento deportivo: por lo tanto, proteger la integridad de estas barreras emerge como un nuevo objetivo para la medicina del deporte, abogando por estrategias que minimicen la exposición a tóxicos y promuevan una nutrición que preserve la función de barrera (Kistler et al., 2024).

Los resultados de esta revisión también evidencian importantes vacíos de conocimiento. Existe una escasez de investigaciones dirigidas específicamente a poblaciones deportistas, particularmente en disciplinas de resistencia, deportes de alto rendimiento y actividades realizadas en ambientes con elevada concentración de partículas suspendidas. Asimismo, aún no se dispone de biomarcadores estandarizados que permitan cuantificar la exposición a microplásticos y relacionarla con cambios fisiológicos o alteraciones del rendimiento deportivo. (Choi et al., 2024; da Silva et al., 2024; Zahid et al., 2024).

Otra limitación identificada es la heterogeneidad metodológica entre los estudios. Las diferencias en las técnicas analíticas, los tamaños de muestra y los criterios para identificar microplásticos dificultan la comparación de resultados y la elaboración de conclusiones definitivas. En este sentido, resulta necesario establecer protocolos internacionales que armonicen los procedimientos de muestreo, análisis e interpretación de datos (Cowger et al., 2020; Prata et al., 2021; Xie et al., 2024).

Más allá de las limitaciones metodológicas, resulta pertinente considerar una perspectiva novedosa que podría redefinir la comprensión de esta problemática: la hipótesis de que el ejercicio regular, paradójicamente, podría ejercer un efecto protector frente a la toxicidad de los microplásticos. Investigaciones recientes en modelos animales sugieren que el ejercicio aeróbico regular podría mitigar la disfunción neuroendocrina inducida por nanoplásticos, posiblemente a través de la modulación del eje intestino-ovario-cerebro (Xu et al., 2026). De manera similar, se ha demostrado que el ejercicio y la irisina (una miocina inducida por el ejercicio) pueden contrarrestar los efectos tóxicos de los microplásticos de polietileno sobre la barrera hematotesticular, activando vías de señalización antioxidantes como PGC-1α y AMPK/Nrf2/HO-1 (Lalruatmawii et al., 2026). Estas líneas de investigación abren una ventana prometedora para comprender la compleja relación entre el ambiente, la actividad física y la salud, sugiriendo que el entrenamiento podría ser no solo una herramienta para el rendimiento, sino también un mecanismo de resiliencia frente a contaminantes ambientales.

5. Conclusiones

Los microplásticos representan uno de los contaminantes emergentes de mayor relevancia para la salud humana y el medio ambiente debido a su persistencia, amplia distribución y capacidad para ingresar en los organismos vivos mediante la inhalación, la ingestión y el contacto con materiales sintéticos. La evidencia científica disponible demuestra que estas partículas pueden acumularse en diferentes tejidos humanos y desencadenar procesos de estrés oxidativo, inflamación, alteraciones metabólicas y disrupción endocrina, mecanismos que podrían comprometer diversas funciones fisiológicas.

Desde la perspectiva del deporte, aunque la investigación aún es limitada, los atletas constituyen una población potencialmente más expuesta debido al incremento de la ventilación pulmonar durante el ejercicio, el uso frecuente de superficies deportivas sintéticas y el contacto continuo con prendas elaboradas a partir de fibras plásticas. Estas condiciones justifican el desarrollo de investigaciones específicas que permitan determinar si la exposición crónica a microplásticos puede influir en la recuperación muscular, el metabolismo energético, la adaptación al entrenamiento y el rendimiento deportivo.

La exposición a microplásticos representa un potencial factor ambiental capaz de influir negativamente en procesos fisiológicos relevantes para el rendimiento deportivo.

Los mecanismos más relevantes incluyen estrés oxidativo, inflamación crónica, alteraciones inmunológicas y posible disrupción endocrina. Debido a la elevada demanda fisiológica característica de los deportistas, esta población podría presentar una susceptibilidad particular frente a estos contaminantes.

Sin embargo, la relación directa entre exposición a microplásticos y disminución del rendimiento deportivo todavía no está demostrada. Se requieren estudios epidemiológicos y experimentales realizados específicamente en atletas para determinar niveles reales de exposición, biomarcadores asociados y consecuencias funcionales.

Esta revisión pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la investigación interdisciplinaria entre la biotecnología, la medicina del deporte, la toxicología ambiental y la ciencia de materiales. La generación de evidencia clínica en atletas, el desarrollo de materiales deportivos más sostenibles y la implementación de sistemas de monitoreo ambiental contribuirán a disminuir la exposición a microplásticos y a proteger tanto la salud humana como el rendimiento físico.

Recomendaciones

- Desarrollar estudios clínicos longitudinales en atletas de diferentes disciplinas para evaluar la relación entre la exposición a microplásticos y el rendimiento deportivo.
- Estandarizar metodologías para la detección y cuantificación de microplásticos en muestras biológicas y ambientales.
- Promover el diseño de materiales deportivos biodegradables mediante herramientas biotecnológicas.
- Implementar programas de monitoreo de la calidad del aire, del agua y de las superficies deportivas.
- Fomentar la colaboración entre investigadores, instituciones deportivas y organismos ambientales para generar estrategias integrales de prevención.

Referencias

Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S., & Galop, D. (2020). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. Nature Geoscience, 12(1), 339–344. https://doi.org/10.1038/s41561-019-0335-5

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596–1605. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030

Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., & Uricchio, V. F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), 1212. https://doi.org/10.3390/ijerph17041212

Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J. H., Abu-Omar, M., Scott, S. L., & Suh, S. (2020). Degradation rates of plastics in the environment. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 8(9), 3494–3511. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635

Chartres, N., Cooper, C. B., Bland, G., Pelch, K. E., Gandhi, S. A., BakenRa, A., & Woodruff, T. J. (2024). Effects of microplastic exposure on human digestive, reproductive, and respiratory health: A rapid systematic review. Environmental Science & Technology, 58(52), 22843–22864 https://pubs.acs.org/esthag/article/58/52/22843/152872/Effects-of-Microplastic-Exposure-on-Human

Choi, J., Kim, H., Ahn, Y. R., Kim, M., Yu, S., Kim, N., Lim, S. Y., Park, J. A., Ha, S. J., Lim, K. S., & Kim, H. O. (2024). Recent advances in microbial and enzymatic engineering for the biodegradation of micro- and nanoplastics. RSC advances, 14(14), 9943–9966. https://doi.org/10.1039/d4ra00844h

Cowger, W., Gray, A., Christiansen, S. H., DeFrond, H., Deshpande, A. D., Hemabessiere, L., Lee, E., Mill, L., Munno, K., Ossmann, B. E., Pittroff, M., Rochman, C., Sarau, G., Tarby, S., & Primpke, S. (2020). Critical Review of Processing and Classification Techniques for Images and Spectra in Microplastic Research. Applied spectroscopy, 74(9), 989–1010. https://doi.org/10.1177/0003702820929064

da Silva, M. R. F., Souza, K. S., Motteran, F., de Araújo, L. C. A., Singh, R., Bhadouria, R., & de Oliveira, M. B. M. (2024). Exploring biodegradative efficiency: A systematic review on the main microplastic-degrading bacteria. Frontiers in Microbiology, 15(1), 1360844. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1360844

De Falco, F., Di Pace, E., Cocca, M., & Avella, M. (2019). The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution. Scientific reports, 9(1), 6633. https://doi.org/10.1038/s41598-019-43023-x

Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B., & Ren, H. (2017). Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. Scientific Reports, 7(1), 46687. https://www.nature.com/articles/srep46687

Gallo, F., Fossi, C., Weber, R., Santillo, D., Sousa, J., Ingram, I., Nadal, A., & Romano, D. (2018). Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: The need for urgent preventive measures. Environmental Sciences Europe, 30(13). https://doi.org/10.1186/s12302-018-0139-z

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7), e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782

Hwang, J., Choi, D., Han, S., Choi, J., & Hong, J. (2019). An assessment of the toxicity of polypropylene microplastics in human derived cells. The Science of the total environment, 684, 657–669. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.071

Ivleva, N. P. (2021). Chemical analysis of microplastics and nanoplastics: Challenges, advanced methods, and perspectives. Chemical Reviews, 121(19), 11886–11936. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00178

Jenner, L. C., Rotchell, J. M., Bennett, R. T., Cowen, M., Tentzeris, V., & Sadofsky, L. R. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using μFTIR spectroscopy. Science of The Total Environment, 831, 154907. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907

Jiao, X., Cao, Q., & Deng, Z. (2025). Microplastics and exercise: Impacts on performance and physiological health. Frontiers in Sports and Active Living, 7(1), 1611255. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1611255

Kadac-Czapska, K., Ośko, J., Knez, E., & Grembecka, M. (2024). Microplastics and Oxidative Stress—Current Problems and Prospects. Antioxidants, 13(5), 579. https://doi.org/10.3390/antiox13050579

Kistler, W., Villiger, M., Villiger, B., Yazici, D., Pat, Y., Mitamura, Y., Ardicli, S., Skolnick, S., Dhir, R., Akdis, M., Nadeau, K., Ogulur, I., & Akdis, C. A. (2024). Epithelial barrier theory in the context of nutrition and environmental exposure in athletes. Allergy, 79(11), 2912–2923. https://doi.org/10.1111/all.16221

Kovacs, K., Bodis, J., & Vass, R. A. (2026). Microplastics, endocrine disruptors, and oxidative stress: Mechanisms and health implications. International Journal of Molecular Sciences, 27(1), 399. https://doi.org/10.3390/ijms27010399

Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environment International, 163, 107199. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199

Lalruatmawii, J., Verma, I., Dubey, I., Vigneshwaran, G., Nalla, S. V., Gautam, R. K., Bhardwaj, S., & Kushwaha, S. (2026). Irisin and exercise ameliorate the polyethylene microplastics–induced blood–testis barrier disruption via PGC-1α activation and AMPK/Nrf2/HO-1 signaling. Journal of Applied Toxicology. https://doi.org/10.1002/jat.70113

Li, Y., Chen, L., Zhou, N., Chen, Y., Ling, Z., & Xiang, P. (2024). Microplastics in the human body: A comprehensive review of exposure, distribution, migration mechanisms, and toxicity. Science of the Total Environment, 946, 174215. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174215

Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? Environmental Pollution, 234, 115–126. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043

Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2021). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Science of the Total Environment, 702, 134455. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455

Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. Environment International, 146, 106274. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274

Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. J. (2014). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. Scientific Reports, 3, 3263. https://doi.org/10.1038/srep03263

Schwaferts, C., Niessner, R., Elsner, M., & Ivleva, N. P. (2020). Methods for the analysis of submicrometer- and nanoplastic particles in the environment. Trends in Analytical Chemistry, 112, 115893. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.12.014

Stock, V., Böhmert, L., Lisicki, Z., Block, R., Cara-Carmona, J., Pack, L. K., Selb, R., et al. (2019). Uptake and effects of orally ingested polystyrene microplastic particles in vitro and in vivo. Archives of Toxicology, 93, 1817–1833. https://doi.org/10.1007/s00204-019-02478-7

Tang, K. H. D. (2024). A review of the toxic effects of microplastics based on studies on mammals and mammalian cell lines. Environmental Science: Advances 3(12), 1669–1678 https://doi.org/10.1039/D4VA00227J

United Nations Environment Programme. (2023). Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy. Nairobi: UNEP. https://www.unep.org/resources/turning-off-tap-end-plastic-pollution-create-circular-economy

Vethaak, A. D., & Legler, J. (2021). Microplastics and human health. Science, 371(6530), 672–674. https://doi.org/10.1126/science.abe5041

Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue? Environmental Science & Technology, 51(12), 6634–6647. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423

Xie, J., Gowen, A., Xu, W., & Xu, J. (2024). Analysing micro- and nanoplastics with cutting-edge infrared spectroscopy techniques: A critical review. Analytical Methods, 16(15), 2177–2197. https://doi.org/10.1039/D3AY01808C

Xu, H., Xu, B., Wang, H., Tao, R., Chen, R., Cheng, Y., Zheng, Z., Sun, D., & Li, X. (2026). Lifestyle modulation of xenobiotic stress: Aerobic exercise attenuates nanoplastic-associated neuroendocrine dysfunction via a gut–ovary–brain continuum. The FASEB Journal, 40(10), e71891. https://doi.org/10.1096/fj.202600941R

Zahid, H., Afzal, N., Arif, M. M., Zahid, M., Nawab, S., Qasim, M. M., Alvi, F. N., Nazir, S., Perveen, I., Abbas, N., Saleem, Y., Mazhar, S., Nawaz, S., Faridi, T. A., Awan, H. M. A., Syed, Q., & Abidi, S. H. I. (2024). Microorganism-mediated biodegradation for effective management and/or removal of micro-plastics from the environment: A comprehensive review. Archives of Microbiology, 206(4), 198. https://doi.org/10.1007/s00203-024-03904-w

Zhao, J., Lan, R., Tan, H., Wang, J., Ma, Y., Chen, Q., Jiang, F., Wang, Z., & Xing, B. (2025). Detection and characterization of microplastics and nanoplastics in biological samples. Nature Reviews Bioengineering, 3(12), 1019–1033. https://doi.org/10.1038/s44222-025-00335-0