CAPÍTULO 11

Retos y Oportunidades de la Tecnología en el Deporte y la Actividad Física

Challenges and Opportunities of Technology in Sport and Physical Activity

Javier Ferney Castillo-García
Universidad Autónoma de Occidente
https://orcid.org/0000-0002-0630-3198
jfcastillo@uao.edu.co

Pedro Antonio Calero Saa
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte
https://orcid.org/0000-0002-9978-7944
pcalero22@gmail.com

Resumen

Este capítulo examina el impacto de la tecnología en el deporte y la actividad física, destacando tanto las oportunidades como los desafíos asociados. El estudio se centra en cómo la introducción de tecnologías avanzadas, como sensores portátiles, GPS (del inglés, *Global Positioning System*) Sistema de Posicionamiento Global y monitores de sueño, ha permitido una evaluación precisa del rendimiento de los atletas, facilitando la creación de programas de entrenamiento personalizados y basados en datos. Se investigaron también los avances en rehabilitación de lesiones mediante dispositivos como unidades de medición inercial y sensores de EMG (del inglés, *Electromyography*), y el uso emergente de realidad virtual y aumentada en este contexto. También se aborda cómo la tecnología ha mejorado la seguridad en el deporte al permitir el seguimiento de conmociones cerebrales y otras lesiones graves. Sin embargo, se identifican desafíos significativos en términos de costos y privacidad de datos.

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Castillo García JF, Calero Saa PA. Retos y oportunidades de la tecnología en el deporte y la actividad física. En: Calero Saa PA, editor. Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo III: rehabilitación y readaptación deportiva. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2026. p. 459-487. https://doi.org/10.35985/9786287914179.11

Para superar estos obstáculos, se propone la democratización de las tecnologías y la implementación de protocolos claros para la gestión de datos, asegurando así el acceso equitativo a estas herramientas. Finalmente, se exploran innovaciones futuras en inteligencia artificial, *machine learning* y dispositivos portátiles avanzados, los cuales prometen ofrecer un monitoreo continuo y altamente personalizado. A pesar de las ventajas, se deben enfrentar retos como la dependencia tecnológica y las disparidades en el acceso. Abordar estos problemas es crucial para equilibrar la innovación tecnológica con los valores fundamentales del deporte y garantizar que todos los atletas se beneficien de manera equitativa. Finalmente, el proceso de aprendizaje se complementa con preguntas orientadoras del aprendizaje, que guían al lector en su reflexión y análisis de los contenidos abordados. Además, se incluye la resolución de "Cuestionarios" como parte del "Aprendizaje activo", lo que busca promover una participación del lector en la asimilación de los conocimientos.

Palabras Clave: Tecnología Deportiva, Rendimiento deportivo, Rehabilitación de Lesiones, Seguridad en el Deporte, Accesibilidad Tecnológica.

Abstract

This chapter examines the impact of technology on sports and physical activity, highlighting both the opportunities and challenges associated with its use. The study focuses on how the introduction of advanced technologies, such as wearable sensors, GPS (Global Positioning System), and sleep monitors, has enabled precise performance evaluation, facilitating the development of data-driven, personalized training programs. It also explores advancements in injury rehabilitation through devices such as inertial measurement units and EMG (electromyography) sensors, as well as the emerging use of virtual and augmented reality in this context. Additionally, the chapter addresses how technology has enhanced safety in sports by allowing the monitoring of concussions and other serious injuries. However, significant challenges related to cost and data privacy are identified. To overcome these obstacles, the chapter advocates for the democratization of technology and the implementation of clear data management protocols to ensure equitable access to these tools. Finally, it explores future innovations in artificial intelligence, machine learning, and advanced wearable devices, which promise continuous and highly personalized monitoring. Despite these advantages, challenges such as technological dependency and access disparities must be addressed. Tackling these issues is crucial to balancing technological innovation with the core values of sports and ensuring that all athletes benefit equitably. Finally, the learning process is complemented by guiding questions that steer the reader's reflection and critical

analysis of the content addressed. In addition, the completion of "Questionnaires" is incorporated as part of an "Active Learning" approach, aimed at fostering meaningful reader engagement in the assimilation and construction of knowledge.

Keywords: *Sports Technology, Athletic Performance, Injury Rehabilitation, Sports Safety, Technological Accessibility.*

Introducción

> "El *aspecto más triste de la vida en este preciso momento es que la ciencia reúne el conocimiento más rápido de lo que la sociedad reúne la sabiduría".*
>
> —Isaac Asimov

La tecnología ha revolucionado casi todos los aspectos de la vida moderna, y el deporte y la actividad física no son una excepción (1). Desde el análisis de rendimiento hasta la rehabilitación de lesiones, la tecnología ofrece numerosas oportunidades para mejorar el rendimiento, la seguridad y la accesibilidad en el deporte. Sin embargo, también presenta desafíos significativos que deben ser abordados para aprovechar plenamente su potencial (2).

A medida que la tecnología continúa evolucionando, las oportunidades para su aplicación en el deporte son inmensas. Las innovaciones en inteligencia artificial y *machine learning* prometen mejorar aún más el análisis de datos y la personalización de los programas de entrenamiento, identificando patrones complejos en los datos de rendimiento y proporcionando recomendaciones precisas para optimizar el rendimiento. La integración de la tecnología en el entrenamiento diario también tiene un potencial significativo, con tecnologías emergentes como las telas inteligentes y los dispositivos portátiles avanzados que pueden proporcionar un monitoreo continuo y detallado de los parámetros fisiológicos, permitiendo a los entrenadores y atletas ajustar los programas de entrenamiento en tiempo real (3).

La tecnología también ha revolucionado la rehabilitación de lesiones deportivas (4). Dispositivos como las unidades de medición inercial (IMU - *Inertial Measurement Unit*) y los sensores de EMG (*electromyography*) incrustados en telas inteligentes permiten monitorear en tiempo real la actividad muscular y otros parámetros fisiológicos. Esto facilita una rehabilitación más rápida y eficaz, y además proporciona datos precisos para prevenir la reaparición de lesiones. Por otro lado, la realidad virtual y la realidad aumentada están emergiendo como herramientas poderosas en

la rehabilitación deportiva, permitiendo a los atletas realizar ejercicios de rehabilitación en entornos virtuales controlados, simulando situaciones de juego real y ayudando a los atletas a recuperar la confianza en sus habilidades después de una lesión.

La seguridad es una preocupación primordial en el deporte, y la tecnología ha jugado un papel crucial en mejorarla. Sistemas de monitoreo como el GPS (*Global Positioning System*) y los sensores de aceleración pueden rastrear las conmociones cerebrales y otras lesiones graves, proporcionando datos inmediatos sobre la magnitud y la ubicación del impacto (5). Esta información es vital para tomar decisiones rápidas y precisas sobre la atención médica necesaria (6). Los monitores de sueño también contribuyen a la seguridad al identificar problemas de sueño que pueden afectar el rendimiento y aumentar el riesgo de lesiones, permitiendo ajustes en los programas de entrenamiento para asegurar una recuperación adecuada y reducir la fatiga acumulada (7).

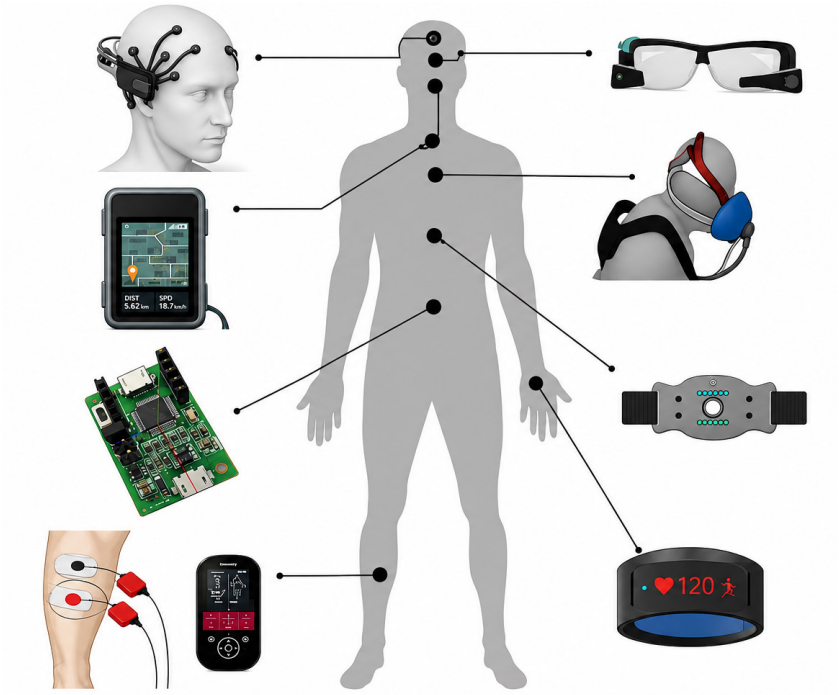
A pesar de las numerosas oportunidades, la implementación de tecnologías avanzadas en el deporte presenta varios desafíos. Uno de los principales obstáculos es el costo. Los dispositivos de monitoreo y análisis de alto rendimiento pueden ser prohibitivamente caros, limitando su accesibilidad a atletas de élite y equipos con grandes presupuestos. La democratización de estas tecnologías es esencial para garantizar que todos los atletas, independientemente de su nivel o recursos, puedan beneficiarse de sus ventajas. Otro desafío significativo es la privacidad y la gestión de datos. La recopilación masiva de datos plantea preocupaciones sobre la seguridad de la información y el uso ético de los datos personales de los atletas. Es crucial establecer protocolos claros y transparentes para la gestión de datos, asegurando que los atletas estén informados y consientan el uso de su información (8).

Este capítulo explora los retos y oportunidades que la tecnología trae al mundo del deporte y la actividad física, estos aspectos del uso de la tecnología se abordarán desde la perspectiva de ofrecer un amplio potencial para transformar el deporte y la actividad física, mejorando el rendimiento, la seguridad y la inclusión. Sin embargo, también se observarán los desafíos significativos que deben ser abordados para maximizar sus beneficios y minimizar sus riesgos, donde se esbozarán caminos posibles para un equilibrio entre la innovación tecnológica y el mantenimiento de los valores fundamentales del deporte, asegurando que todos los atletas, independientemente de su nivel o recursos, puedan beneficiarse de estos avances. Finalmente, para encaminar este capítulo como documento guía e involucrar al lector en su proceso de aprendizaje se incluyen unas preguntas orientadoras de aprendizaje.

Análisis y Monitoreo del Rendimiento

El análisis y monitoreo del rendimiento es una de las áreas donde la tecnología ha tenido un impacto transformador en el deporte y la actividad física. La capacidad de recopilar, analizar y utilizar datos detallados en tiempo real permite a los entrenadores y atletas tomar decisiones informadas para mejorar el rendimiento y la seguridad. La figura 84 presenta algunos elementos usados para el análisis y monitoreo del rendimiento en el deporte y la actividad física.

Figura 1. *Dispositivos usados en el análisis y monitoreo del rendimiento en el deporte y la actividad física*



Oportunidades

Wearables y Sensores

Los dispositivos *wearables* o vestibles (9) y sensores han revolucionado la manera en que los atletas y entrenadores monitorean el rendimiento. Estos dispositivos, que incluyen relojes inteligentes, monitores de ritmo cardíaco, sensores de movimiento y unidades de medición inercial (IMU), proporcionan datos en tiempo real sobre una amplia gama de parámetros fisiológicos y biomecánicos.

- **Relojes Inteligentes y Monitores de Ritmo Cardíaco:** Los relojes inteligentes y los monitores de ritmo cardíaco permiten a los atletas rastrear su frecuencia cardíaca, niveles de oxígeno en sangre, calorías quemadas y otros indicadores vitales durante el ejercicio. Esto ayuda a los atletas a mantenerse dentro de sus zonas de entrenamiento óptimas y a evitar el sobreentrenamiento (Masoumian Hosseini M, 2023).
- **Sensores de Movimiento:** Los sensores de movimiento, como acelerómetros y giroscopios, proporcionan datos precisos sobre la aceleración, la velocidad y la orientación del cuerpo del atleta. Estos datos son esenciales para analizar la técnica y la eficiencia del movimiento, identificar patrones de fatiga y riesgo de lesiones, y mejorar la biomecánica del deportista (Wang Huifeng, 2020).
- **IMU:** Las IMU combinan acelerómetros, giroscopios y magnetómetros para ofrecer un análisis detallado de los movimientos complejos. Estos dispositivos son especialmente útiles para deportes que requieren movimientos precisos y repetitivos, como el atletismo, la gimnasia y el esquí (Reena J. Olsen, 2025).

Big Data y Análisis Predictivo

La capacidad de recopilar grandes volúmenes de datos a través de vestibles y otros dispositivos ha abierto nuevas oportunidades para el análisis predictivo en el deporte. El *Big Data* y el análisis predictivo permiten a los entrenadores y equipos deportivos utilizar algoritmos avanzados y modelos matemáticos para anticipar lesiones, planificar entrenamientos y mejorar estrategias de juego. El procesamiento de *Big Data* implica una serie de etapas críticas que transforman grandes volúmenes de datos en información útil y accionable. Estas etapas son esenciales para gestionar y analizar datos de manera efectiva. La figura 85 presenta el proceso de gestión de datos y análisis incorporados en el procesamiento de *Big Data*.

Figura 2. *representación de las fases del procesamiento Big Data*



El procesamiento de *Big Data* es un proceso complejo y multifacético que requiere una gestión meticulosa de los datos y un análisis riguroso para transformar grandes volúmenes de datos en información útil. Cada etapa, desde la adquisición y limpieza de datos hasta el análisis y la interpretación, juega un papel crucial en la obtención de conceptos valiosos que pueden guiar la toma de decisiones y estrategias aplicadas al campo deportivo o de la actividad física.

- **Anticipación de Lesiones:** Los modelos de análisis predictivo pueden identificar patrones en los datos fisiológicos y de rendimiento que indican un mayor riesgo de lesiones. Al detectar estos patrones temprano, los entrenadores pueden ajustar los programas de entrenamiento para reducir el riesgo de lesiones, implementar programas de recuperación específicos y mejorar la salud general del atleta (13).
- **Planificación de Entrenamientos:** El análisis de Big Data permite personalizar los programas de entrenamiento basados en los datos individuales de cada atleta. Esto incluye ajustar la carga de entrenamiento, la intensidad y la duración en función de la respuesta fisiológica del atleta, lo que resulta en programas de entrenamiento más efectivos y eficientes (14).
- **Mejora de Estrategias de Juego:** En deportes de equipo, el análisis predictivo puede utilizar datos de rendimiento para desarrollar estrategias de juego más informadas. Por ejemplo, el análisis de los patrones de

movimiento y el rendimiento de los jugadores puede ayudar a identificar las tácticas más efectivas contra un oponente específico, mejorar la cohesión del equipo y optimizar las decisiones tácticas en tiempo real (15).

Retos

Aunque la tecnología ofrece numerosas oportunidades para el análisis y monitoreo del rendimiento, también plantea varios desafíos significativos que deben ser abordados para maximizar sus beneficios. Dos de los retos más importantes son la privacidad y seguridad de los datos y la exactitud y fiabilidad de la información recopilada.

Privacidad y Seguridad de los Datos

La recopilación masiva de datos a través de dispositivos vestibles y sensores plantea serias preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de la información personal de los atletas. A medida que se recopilan y almacenan grandes volúmenes de datos fisiológicos y de rendimiento, es crucial garantizar que estos datos se manejen de manera segura y ética (16,17).

- **Protección de la Información Personal:** Los datos recopilados pueden incluir información altamente sensible, como la frecuencia cardíaca, los patrones de sueño y otros parámetros fisiológicos. La divulgación no autorizada de esta información puede tener implicaciones significativas para la privacidad de los atletas. Es esencial implementar medidas de seguridad robustas, como la encriptación de datos y el control de acceso, para proteger la información personal.
- **Cumplimiento de Normativas:** Los datos de los atletas deben manejarse de acuerdo con las normativas de protección de datos aplicables, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa o la Ley de Privacidad del Consumidor de California (CCPA) en Estados Unidos. Las organizaciones deportivas deben asegurarse de que cumplen con estas regulaciones y de que los atletas están informados y consienten el uso de sus datos.
- **Riesgos de Ciberseguridad:** A medida que los datos se almacenan y transmiten a través de redes digitales, aumentan los riesgos de ciberseguridad, incluyendo el acceso no autorizado y los ataques cibernéticos. Las organizaciones deportivas deben invertir en soluciones avanzadas de ciberseguridad y adoptar prácticas de seguridad proactivas para mitigar estos riesgos.

Exactitud y Fiabilidad

La exactitud y fiabilidad de los datos recopilados son fundamentales para que las decisiones basadas en estos datos sean efectivas. La precisión de los dispositivos vestibles y sensores puede verse afectada por diversos factores, lo que plantea desafíos en la interpretación y uso de los datos (18).

- **Calibración de Dispositivos:** Los dispositivos vestibles y sensores deben estar correctamente calibrados para garantizar la precisión de los datos recopilados. La calibración incorrecta puede llevar a mediciones inexactas y, en consecuencia, a decisiones erróneas. Es crucial realizar calibraciones periódicas y ajustes de los dispositivos para mantener su precisión.
- **Interferencias y Variabilidad:** Los sensores pueden estar sujetos a interferencias externas y variabilidad en las condiciones de medición, lo que puede afectar la exactitud de los datos. Por ejemplo, los monitores de ritmo cardíaco pueden ser influenciados por el movimiento del cuerpo o la sudoración. Es importante considerar estos factores y desarrollar métodos para minimizar su impacto en las mediciones.
- **Validación y Verificación:** La validación y verificación de los datos recopilados son pasos cruciales para asegurar su fiabilidad. Esto incluye la comparación de los datos de los dispositivos vestibles con medidas de referencia estándar y la implementación de controles de calidad para detectar y corregir posibles errores en los datos.
- **Interpretación de Datos:** Incluso con datos precisos, la interpretación correcta es esencial. Los entrenadores y profesionales del deporte deben estar capacitados para entender y utilizar los datos de manera efectiva. La capacitación en análisis de datos y la colaboración con expertos en ciencia de datos pueden mejorar la capacidad de interpretar los datos de manera precisa y utilizar conocimientos para mejorar el rendimiento y la seguridad de los atletas.

Innovaciones en el Entrenamiento y la Preparación Física

La tecnología está transformando rápidamente el ámbito del entrenamiento y la preparación física, ofreciendo nuevas herramientas y metodologías que potencian el rendimiento de los atletas y optimizan los programas de entrenamiento. Dos de las innovaciones más destacadas en este campo son la realidad virtual y aumentada y las plataformas online de entrenamiento. La figura 86 presenta las posibles aplicaciones de la realidad virtual en diversos deportes.

Figura 3. *Posibles aplicaciones de realidad virtual en el deporte*



Oportunidades

Realidad Virtual y Aumentada

La realidad virtual VR (del inglés *Virtual Reality*) y la realidad aumentada AR (del inglés *Augmented Reality*) están revolucionando la manera en que los atletas entrenan y se preparan para las competiciones. Estas tecnologías permiten crear entornos de entrenamiento inmersivos y altamente controlados que simulan situaciones reales de competencia, lo que proporciona una serie de beneficios únicos (19).

- **Simulaciones Inmersivas para Entrenamientos Específicos:** La VR y AR permiten a los atletas entrenar en entornos virtuales que replican fielmente las condiciones de juego y los escenarios de competencia. Por ejemplo, un jugador de fútbol puede practicar tiros libres en un estadio virtual con público, mientras que un ciclista puede entrenar en una réplica exacta de una pista de competencia. Estas simulaciones ayudan a mejorar

las habilidades técnicas y tácticas en un entorno seguro y controlado, sin los riesgos asociados con el entrenamiento en vivo.

- **Visualización de Tácticas y Estrategias:** Las tecnologías de VR y AR permiten a los entrenadores y atletas visualizar y ensayar tácticas y estrategias de juego de manera más efectiva. Los atletas pueden ver representaciones virtuales de jugadas y movimientos desde diferentes ángulos, mejorando su comprensión espacial y capacidad de toma de decisiones. Además, estas tecnologías facilitan el análisis post-entrenamiento, permitiendo a los entrenadores identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias en consecuencia.
- **Rehabilitación y Recuperación:** La VR y AR también están siendo utilizadas en la rehabilitación de lesiones deportivas. Los atletas pueden realizar ejercicios de rehabilitación en entornos virtuales que replican las demandas físicas de su deporte, lo que acelera la recuperación y ayuda a los atletas a recuperar la confianza en sus habilidades después de una lesión.

Plataformas Online de Entrenamiento

Las plataformas online de entrenamiento están democratizando el acceso a programas de entrenamiento personalizados y a entrenadores expertos, eliminando las barreras geográficas y permitiendo a los atletas recibir orientación de alta calidad desde cualquier lugar (20).

- **Acceso a Programas Personalizados:** Las plataformas de entrenamiento online ofrecen programas de entrenamiento personalizados basados en las necesidades y objetivos específicos de cada atleta. Utilizando algoritmos y análisis de datos, estas plataformas pueden ajustar los programas de entrenamiento en tiempo real, asegurando que los atletas sigan un plan óptimo que maximiza su rendimiento y minimiza el riesgo de lesiones.
- **Conexión con Entrenadores Expertos:** Las plataformas online permiten a los atletas conectar con entrenadores y especialistas de todo el mundo. Esto es especialmente beneficioso para atletas en áreas rurales o con acceso limitado a entrenadores de alta calidad. A través de videollamadas, análisis de videos y seguimiento en tiempo real, los entrenadores pueden proporcionar orientación y retroalimentación personalizada, ayudando a los atletas a alcanzar sus metas.
- **Comunidad y Soporte:** Las plataformas online de entrenamiento también crean comunidades de atletas que pueden compartir sus experiencias, motivarse mutuamente y recibir apoyo. Esta sensación de

comunidad puede ser una fuente valiosa de motivación y responsabilidad, especialmente para aquellos que entrenan solos o a distancia.

- **Flexibilidad y Comodidad:** La capacidad de acceder a programas de entrenamiento y orientación de entrenadores desde cualquier lugar ofrece una gran flexibilidad y comodidad para los atletas. Esto es particularmente útil para aquellos con horarios ocupados o que viajan con frecuencia. Las plataformas online permiten a los atletas seguir sus programas de entrenamiento sin interrupciones, asegurando una continuidad en su preparación física.

Retos

Aunque las innovaciones tecnológicas en el entrenamiento y la preparación física presentan numerosas oportunidades, también enfrentan desafíos significativos. Dos de los retos más críticos son la dependencia tecnológica y el costo y accesibilidad de estas tecnologías.

Dependencia Tecnológica

La integración de tecnologías avanzadas en el entrenamiento deportivo puede llevar a una excesiva dependencia de los dispositivos y plataformas digitales, lo que podría tener consecuencias negativas para los atletas.

- **Reducción de la Toma de Decisiones Intuitiva:** La tecnología puede proporcionar datos precisos y análisis detallados, pero también puede reducir la capacidad de los atletas para tomar decisiones intuitivas durante el juego. Los deportistas que confían demasiado en los dispositivos y las simulaciones pueden desarrollar una dependencia que limite su capacidad para adaptarse rápidamente a situaciones imprevistas en la competencia real. Es fundamental que los programas de entrenamiento encuentren un equilibrio entre el uso de la tecnología y el desarrollo de habilidades cognitivas y de toma de decisiones autónomas.
- **Menor Enfoque en la Experiencia Práctica:** La tecnología puede hacer que los entrenadores y atletas se enfoquen demasiado en los datos y menos en la experiencia práctica y el "sentir" del deporte. Es importante que los entrenadores utilicen la tecnología como una herramienta complementaria y no como un sustituto de la experiencia y la intuición. La integración adecuada de la tecnología debe incluir el desarrollo de habilidades prácticas y la toma de decisiones basada en la experiencia real.

Costo y Accesibilidad

Las tecnologías avanzadas en el deporte a menudo vienen con un alto costo, lo que puede limitar su accesibilidad para muchos atletas y equipos, especialmente en países en desarrollo o en niveles de deporte *amateur*.

- **Inversión Inicial Elevada:** La implementación de tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada y las plataformas de entrenamiento online requiere una inversión inicial significativa en equipos y software. Además, el mantenimiento y las actualizaciones periódicas pueden agregar costos adicionales. Estos gastos pueden ser prohibitivos para muchos clubes deportivos, escuelas y atletas individuales, restringiendo el acceso a estas innovaciones a aquellos con mayores recursos financieros.
- **Desigualdad en el Acceso:** La disparidad en el acceso a la tecnología puede crear una brecha significativa entre los atletas de élite y aquellos con menos recursos. Los deportistas en países en desarrollo o en comunidades con menos apoyo financiero pueden quedarse atrás, ya que no tienen acceso a las mismas herramientas y oportunidades de entrenamiento que sus contrapartes más privilegiadas. Esta desigualdad puede perpetuar las diferencias en el rendimiento y las oportunidades de éxito.
- **Requerimientos de Infraestructura:** Algunas tecnologías avanzadas requieren una infraestructura específica, como conexiones a internet de alta velocidad, dispositivos de realidad virtual de última generación o equipos de monitoreo especializados. La falta de infraestructura adecuada puede ser un obstáculo importante para la adopción de estas tecnologías en muchas regiones.

Mejora de la Seguridad y Prevención de Lesiones

La seguridad y la prevención de lesiones son aspectos críticos en el deporte y la actividad física. La tecnología ha abierto nuevas oportunidades para proteger a los atletas y reducir el riesgo de lesiones, pero también presenta retos significativos que deben ser abordados.

Oportunidades

Dispositivos de Prevención de Lesiones

Los avances en tecnología han dado lugar a dispositivos innovadores diseñados para prevenir lesiones y asistir en la rehabilitación de los atletas.

- **Exoesqueletos:** Los exoesqueletos son dispositivos portátiles que apoyan y potencian los movimientos naturales del cuerpo, reduciendo el esfuerzo y la carga en las articulaciones y músculos. En el ámbito deportivo, los exoesqueletos pueden ser utilizados para prevenir lesiones al proporcionar soporte adicional durante el entrenamiento y la competencia. También son útiles en la rehabilitación, ayudando a los atletas a recuperar la movilidad y fuerza después de una lesión.
- **Dispositivos de asistencia:** Otros dispositivos de asistencia, como plantillas ortopédicas inteligentes y rodilleras con sensores, pueden monitorear la biomecánica del atleta en tiempo real y proporcionar retroalimentación para corregir movimientos y posturas. Estos dispositivos pueden identificar y corregir patrones de movimiento que podrían llevar a lesiones, ayudando a los atletas a mantenerse seguros durante sus actividades.

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) está transformando la manera en que se analizan y previenen las lesiones en el deporte. Los algoritmos de IA pueden procesar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa, identificando patrones y riesgos que pueden pasar desapercibidos para los entrenadores y atletas.

- **Análisis de Patrones de Movimiento:** Los algoritmos de IA pueden analizar los patrones de movimiento de los atletas para identificar riesgos de lesiones antes de que ocurran. Utilizando datos de sensores y cámaras, la IA puede detectar anomalías en la biomecánica del atleta y proporcionar recomendaciones para corregir estos problemas. Esto permite una intervención temprana y reduce el riesgo de lesiones a largo plazo.
- **Predicción de Lesiones:** La IA también puede ser utilizada para predecir lesiones basadas en el historial de entrenamiento y el rendimiento del atleta. Analizando datos como la carga de entrenamiento, la frecuencia de entrenamiento y los signos de fatiga, los modelos predictivos pueden identificar atletas que están en riesgo de lesiones y recomendar ajustes en su régimen de entrenamiento para prevenir problemas.

Retos

Adaptación y Usabilidad

La implementación de nuevas tecnologías en la prevención de lesiones requiere tiempo y recursos significativos, y puede enfrentar varios obstáculos.

- **Proceso de Adaptación:** La adaptación a nuevas tecnologías puede ser un proceso lento y costoso. Los atletas y entrenadores deben aprender a usar y confiar en estos dispositivos, lo cual puede requerir capacitación y cambios en los métodos tradicionales de entrenamiento. Este proceso puede ser especialmente desafiante en deportes con una larga tradición de técnicas y prácticas establecidas.
- **Costo de Implementación:** Los dispositivos avanzados y las tecnologías de IA pueden ser costosos de implementar y mantener. Esto incluye no solo el costo de los dispositivos en sí, sino también el software, la infraestructura y la capacitación necesarios para su uso efectivo. Para muchos equipos y atletas, especialmente en niveles no profesionales o en países con menos recursos, estos costos pueden ser prohibitivos.

Aceptación Ética

El uso de ciertas tecnologías en el deporte puede plantear cuestiones éticas relacionadas con la equidad y la ventaja competitiva.

- **Equidad en el Deporte:** La disponibilidad desigual de tecnologías avanzadas puede crear una brecha en la equidad competitiva. Los atletas y equipos con mayores recursos pueden tener acceso a dispositivos y análisis avanzados que mejoran su rendimiento y seguridad, mientras que aquellos con menos recursos pueden quedar en desventaja. Esta disparidad plantea preguntas sobre la equidad y la justicia en el deporte.
- **Ventaja Competitiva:** El uso de tecnologías avanzadas también puede ser visto como una ventaja competitiva no justa. Algunos argumentan que la dependencia de dispositivos y algoritmos para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones puede desvirtuar la naturaleza del deporte y la competencia justa. Es crucial establecer regulaciones y normas éticas claras para guiar el uso de estas tecnologías y asegurar un campo de juego equitativo para todos los atletas.

Accesibilidad e Inclusión en el Deporte

La accesibilidad e inclusión son aspectos fundamentales para asegurar que todas las personas, independientemente de sus capacidades o recursos, puedan participar en el deporte y la actividad física. La tecnología tiene el potencial de derribar barreras y fomentar una mayor participación, pero también enfrenta desafíos que deben ser superados para lograr una verdadera inclusión. La figura 87 muestra el uso de prótesis avanzadas y equipos especializados para adaptar deportes a personas con diversidad funcional.

Figura 4. *Deportes adaptados para personas con diversidad funcional*



Oportunidades

Tecnologías Adaptativas

Las tecnologías adaptativas están transformando la manera en que las personas con discapacidades pueden participar en el deporte, ofreciendo soluciones innovadoras que mejoran la movilidad y la capacidad de los atletas.

- **Prótesis Avanzadas:** Las prótesis modernas, diseñadas específicamente para el deporte, permiten a los atletas con amputaciones competir a niveles elevados. Estas prótesis, que pueden incluir materiales ligeros y resistentes como la fibra de carbono, están diseñadas para soportar las demandas físicas del deporte, mejorando la movilidad y el rendimiento.
- **Equipos Especializados:** Además de las prótesis, hay una amplia gama de equipos diseñados para personas con discapacidades. Por ejemplo, sillas de ruedas deportivas adaptadas para baloncesto, rugby y tenis permiten a los atletas competir en igualdad de condiciones. Estos dispositivos son ergonómicos y están optimizados para proporcionar agilidad y velocidad, lo que mejora la experiencia deportiva.

Plataformas Digitales

Las plataformas digitales están jugando un papel crucial en la promoción de la inclusión en el deporte, facilitando el acceso a información, entrenamiento y comunidad para todos los segmentos de la población.

- **Aplicaciones Inclusivas:** Las aplicaciones móviles y los sitios web pueden ofrecer programas de entrenamiento personalizados para personas con diversas habilidades y condiciones físicas. Estas plataformas proporcionan instrucciones adaptadas, rutinas de ejercicio y consejos de salud, asegurando que todos puedan encontrar actividades adecuadas a sus necesidades.
- **Comunidades Online:** Las plataformas digitales también permiten la creación de comunidades en línea donde las personas pueden compartir sus experiencias, obtener apoyo y conectarse con otros deportistas con condiciones similares. Estas comunidades fomentan un sentido de pertenencia y motivación, ayudando a más personas a involucrarse en el deporte.
- **Acceso a Información:** Las plataformas digitales pueden proporcionar información sobre eventos deportivos inclusivos, instalaciones accesibles y recursos para personas con discapacidades. Esto facilita la participación en actividades deportivas y la conexión con organizaciones y entrenadores que apoyan la inclusión.

Retos

Disparidades Digitales

La brecha digital representa un desafío significativo para la accesibilidad de las tecnologías deportivas avanzadas, especialmente en comunidades de bajos recursos.

- **Acceso Limitado a Tecnología:** En muchas áreas, especialmente en comunidades rurales y países en desarrollo, el acceso a dispositivos tecnológicos y a internet de alta velocidad es limitado. Esto puede restringir la capacidad de las personas para utilizar plataformas digitales y tecnologías adaptativas, creando una desigualdad en el acceso a oportunidades deportivas.
- **Costo de la Tecnología:** Los dispositivos avanzados, como prótesis deportivas y equipos especializados, pueden ser costosos, lo que los hace inaccesibles para muchas personas. Incluso las plataformas digitales, que pueden requerir suscripciones o equipos específicos, pueden ser prohibitivas para aquellos con recursos limitados.

Educación y Capacitación

Para que las tecnologías adaptativas y las plataformas digitales sean efectivas, es esencial educar y capacitar tanto a los atletas como a los entrenadores.

- **Conciencia y Conocimiento:** Muchos atletas y entrenadores pueden no estar al tanto de las tecnologías disponibles o de cómo utilizarlas efectivamente. Programas de educación y capacitación son necesarios para aumentar la conciencia sobre estas herramientas y sus beneficios, y para enseñar a las personas cómo integrarlas en su rutina deportiva.
- **Capacitación en el Uso de Tecnología:** La adopción de nuevas tecnologías requiere habilidades técnicas que no todos los entrenadores y atletas poseen. La capacitación continua y el apoyo técnico son fundamentales para asegurar que estas tecnologías se utilicen de manera efectiva y segura.

Casos de Estudio: Tecnología en Diferentes Deportes

Para comprender mejor cómo la tecnología está transformando el deporte, es útil analizar casos de estudio específicos. En esta sección, examinaremos cómo diferentes deportes han adoptado tecnologías innovadoras para mejorar el rendimiento, la seguridad y la experiencia general de los atletas y entrenadores.

Fútbol: Análisis de Rendimiento y Toma de Decisiones

En el fútbol, el análisis de rendimiento ha avanzado significativamente con la ayuda de la tecnología. Los sistemas de cámaras de alta velocidad y los sensores de ubicación en tiempo real permiten a los equipos rastrear los movimientos de los jugadores durante los entrenamientos y los partidos (21). Esta información es utilizada para analizar la eficiencia de los movimientos, la posición en el campo y la toma de decisiones de los jugadores. Por ejemplo, el uso de cámaras instaladas en los estadios y drones permite capturar cada movimiento de los jugadores desde múltiples ángulos. Los datos recogidos son analizados mediante algoritmos de IA para proporcionar conocimientos detallados sobre el rendimiento individual y colectivo. Los entrenadores pueden utilizar esta información para ajustar las tácticas y estrategias de juego, así como para personalizar los entrenamientos de acuerdo con las necesidades específicas de cada jugador.

Ciclismo: Monitoreo de Rendimiento y Seguridad

En el ciclismo, los dispositivos portátiles y los sensores integrados en las bicicletas han revolucionado la manera en que los ciclistas monitorean su rendimiento y seguridad. Los ciclocomputadores avanzados pueden medir una amplia gama de métricas, incluyendo la velocidad, la potencia de pedaleo, la cadencia y la frecuencia cardíaca. Estos datos se sincronizan con aplicaciones móviles y plataformas en línea, donde los ciclistas y sus entrenadores pueden

analizar el rendimiento en tiempo real y a lo largo del tiempo. Además, los sistemas de navegación GPS y las aplicaciones de rutas ofrecen a los ciclistas información detallada sobre el terreno, las condiciones climáticas y el tráfico, mejorando la seguridad durante los entrenamientos y las competiciones. Los sensores de seguridad, como los detectores de colisión, también están siendo integrados en las bicicletas para alertar a los ciclistas y a los servicios de emergencia en caso de accidente.

Natación: Análisis de Biomecánica y Técnica

La natación ha adoptado tecnologías innovadoras para analizar la biomecánica y la técnica de los nadadores. Los sistemas de cámaras subacuáticas y los sensores portátiles pueden capturar movimientos detallados de los nadadores durante sus entrenamientos (22). Estos datos se analizan para identificar áreas de mejora en la técnica, como la eficiencia de las brazadas, la posición del cuerpo y la mecánica de las vueltas. Los trajes de baño inteligentes, equipados con sensores integrados, pueden medir parámetros como la velocidad, la aceleración y la posición del cuerpo en el agua. Esta información es crucial para los entrenadores, quienes pueden utilizarla para diseñar programas de entrenamiento personalizados que mejoren la eficiencia y el rendimiento de los nadadores.

Tenis: Entrenamiento con Realidad Virtual y Aumentada

En el tenis, la VR y la AR están siendo utilizadas para mejorar el entrenamiento y la preparación de los jugadores. Los sistemas de VR permiten a los tenistas simular partidos y situaciones específicas en un entorno controlado, donde pueden practicar sus habilidades y estrategias sin las limitaciones del espacio físico. Los dispositivos de AR, como las gafas inteligentes, pueden superponer información en tiempo real sobre la visión del jugador durante los entrenamientos. Esto incluye datos sobre la velocidad de la pelota, la precisión de los golpes y la posición en la cancha. Estas tecnologías ayudan a los jugadores a mejorar su toma de decisiones y su precisión, proporcionando una ventaja competitiva significativa (23).

Atletismo: Monitoreo de Datos Biométricos y Prevención de Lesiones

En el atletismo, la tecnología ha jugado un papel crucial en el monitoreo de datos biométricos y la prevención de lesiones (24). Los corredores pueden usar dispositivos portátiles que registran una amplia gama de métricas, incluyendo la frecuencia cardíaca, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la oxigenación muscular y la cadencia de pasos. Estos datos permiten a los entrenadores y

atletas ajustar los entrenamientos para optimizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones. Los sistemas de análisis de la pisada, por ejemplo, utilizan sensores en el calzado para evaluar la mecánica del pie durante la carrera. Esta información puede identificar patrones de movimiento que podrían conducir a lesiones, permitiendo a los atletas corregir su técnica antes de que se produzcan problemas graves.

Baloncesto: Análisis de Datos y Mejora de Estrategias

El baloncesto ha adoptado ampliamente el análisis de datos para mejorar las estrategias y el rendimiento de los equipos. Los sistemas de seguimiento de jugadores, que utilizan cámaras y sensores, recopilan datos detallados sobre los movimientos, la velocidad, la aceleración y las interacciones de los jugadores en la cancha (25). Estos datos son analizados para identificar fortalezas y debilidades tanto a nivel individual como colectivo. Los entrenadores pueden utilizar estos conceptos para ajustar las tácticas de juego, diseñar jugadas más efectivas y mejorar la cohesión del equipo. Además, los jugadores pueden revisar su rendimiento en video y recibir retroalimentación detallada sobre cómo mejorar sus habilidades y su toma de decisiones en tiempo real.

Rugby: Mejora de la Seguridad y Prevención de Conmociones

En el rugby, la seguridad de los jugadores es una prioridad, y la tecnología ha sido fundamental para mejorarla. Los sensores de impacto, que se integran en los cascos y los protectores bucales, permiten monitorear la fuerza y la frecuencia de los impactos recibidos por los jugadores. Estos datos son cruciales para la detección temprana de conmociones cerebrales y otras lesiones graves. Los algoritmos de IA analizan estos datos en tiempo real y pueden alertar a los entrenadores y al personal médico cuando un jugador ha recibido un impacto que podría requerir una evaluación médica. Además, los entrenadores pueden utilizar esta información para ajustar las prácticas de entrenamiento y reducir la exposición a impactos repetitivos, mejorando la seguridad general del equipo.

Golf: Análisis de Swing y Optimización de Equipamiento

El golf ha incorporado tecnologías avanzadas para analizar y optimizar el swing de los jugadores. Los sensores de movimiento y las cámaras de alta velocidad capturan cada aspecto del swing, desde la postura inicial hasta el impacto con la pelota. Estos datos se analizan para identificar áreas de mejora y ayudar a los jugadores a perfeccionar su técnica. Además, la

tecnología ha permitido personalizar el equipamiento de golf. Los sistemas de análisis pueden determinar las características ideales del palo, como la longitud, la flexibilidad del eje y el ángulo de la cara, en función del swing y las preferencias del jugador. Esto no solo mejora el rendimiento, sino que también reduce el riesgo de lesiones al garantizar que el equipo se ajuste perfectamente al jugador (26).

Futuro de la Tecnología en el Deporte

Innovaciones Emergentes

Biotecnología y Genética: La biotecnología y la genética están avanzando a pasos agigantados, y su aplicación en el deporte podría redefinir el rendimiento atlético. La biotecnología está abriendo nuevas posibilidades para la mejora del rendimiento deportivo. Desde suplementos nutricionales avanzados hasta técnicas de recuperación innovadoras, las aplicaciones de la biotecnología están transformando la manera en que los atletas cuidan sus cuerpos. Los estudios genéticos, por ejemplo, pueden ayudar a identificar predisposiciones a ciertas lesiones o a responder mejor a determinados tipos de entrenamiento. Los avances en modificación genética podrían permitir la optimización de características físicas como la resistencia, la velocidad y la recuperación. Por ejemplo, la edición de genes mediante Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas (CRISPR-Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) podría potencialmente mejorar la eficiencia metabólica o la resistencia a lesiones. Sin embargo, esto también plantea cuestiones éticas sobre la equidad en el deporte y la posibilidad de crear "superatletas".

Otra área prometedora es la bioimpresión, que puede ser utilizada para crear tejidos y órganos personalizados para la recuperación de lesiones. Los avances en la biotecnología también pueden llevar a la creación de dispositivos implantables que monitoreen la salud y el rendimiento de los atletas en tiempo real, proporcionando datos vitales para la optimización del entrenamiento y la prevención de lesiones.

Computación Cuántica: La computación cuántica tiene el potencial de transformar el análisis de datos en el deporte. Esta tecnología emergente puede procesar grandes volúmenes de datos a velocidades incomparables con las computadoras tradicionales. En el contexto deportivo, esto podría llevar a modelos predictivos más precisos para el rendimiento de los atletas, estrategias de juego más optimizadas y una mejor comprensión de los factores que

influyen en las lesiones. La capacidad de realizar cálculos complejos en tiempo real podría revolucionar la forma en que los entrenadores y los científicos deportivos toman decisiones.

Interfaces Cerebro-Computadora: Las interfaces cerebro-computadora BCI (del inglés *Brain computer interface*) representan una frontera emocionante en la tecnología deportiva. Estas interfaces permiten una comunicación directa entre el cerebro humano y un dispositivo externo, lo que podría tener aplicaciones revolucionarias en el deporte. Los BCI pueden ser utilizados para mejorar la concentración y la toma de decisiones, entrenando a los atletas para que controlen mejor sus respuestas neurológicas y optimicen su rendimiento mental. En el futuro, podríamos ver el desarrollo de dispositivos BCI que permitan a los atletas controlar equipos o incluso a sus propios cuerpos de manera más eficiente. Esta tecnología también podría ser utilizada para la rehabilitación de lesiones, ayudando a los atletas a recuperar el control de sus músculos y movimientos después de una lesión.

Deportes Electrónicos y Deporte Digital: El auge de los deportes electrónicos e-sports (del inglés *electronics sports*) y el deporte digital está redefiniendo lo que consideramos deporte. Los e-sports están atrayendo a millones de espectadores y generando ingresos significativos, compitiendo con los deportes tradicionales en popularidad e influencia. Los avances en la tecnología de videojuegos y las plataformas de transmisión están impulsando esta tendencia, ofreciendo experiencias de juego y visualización cada vez más inmersivas. Los deportes digitales también están utilizando tecnologías avanzadas para mejorar la experiencia del jugador y del espectador. La VR, la IA y los sensores de movimiento están siendo integrados en los videojuegos para crear experiencias de juego más realistas y envolventes. Los espectadores pueden disfrutar de transmisiones en vivo con gráficos y estadísticas avanzadas, mejorando su experiencia de visualización y participación.

Desafíos Futuros

Regulación y Normativa: La introducción de nuevas tecnologías en el deporte requiere marcos regulatorios robustos para garantizar su uso ético y seguro. La modificación genética, por ejemplo, puede plantear problemas relacionados con la equidad y la integridad de la competición. Establecer normas claras para la aplicación de tecnologías emergentes ayudará a prevenir el uso indebido y a mantener la integridad de los deportes. Las organizaciones deportivas y los cuerpos reguladores tendrán que colaborar para crear políticas que aborden estos desafíos de manera efectiva.

• **Sostenibilidad:** El desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías deben ser sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Esto incluye considerar el impacto ambiental de la producción y desecho de dispositivos tecnológicos, así como el consumo de recursos durante su uso. Fomentar prácticas sostenibles en la fabricación y el reciclaje **de equipos deportivos tecnológicos es fundamental para minimizar el impacto ambiental.** Además, la investigación en tecnologías que reduzcan la huella de carbono de las actividades deportivas puede contribuir a un futuro más verde y responsable.

Conclusión

La integración de tecnologías avanzadas, como vestibles, sensores, Big Data y análisis predictivo, ha revolucionado el análisis y monitoreo del rendimiento deportivo. Estas innovaciones proporcionan datos detallados y en tiempo real, lo que permite a entrenadores y atletas tomar decisiones informadas para mejorar el rendimiento, prevenir lesiones y optimizar estrategias de juego. Además, las tecnologías emergentes como la realidad virtual, la realidad aumentada y las plataformas online están transformando el entrenamiento al crear entornos inmersivos y personalizados, y conectar a los atletas con expertos de todo el mundo, ofreciendo nuevas oportunidades para el desarrollo físico y estratégico.

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías enfrenta desafíos significativos. La privacidad, la seguridad de los datos y la exactitud y fiabilidad de la información recopilada son preocupaciones cruciales que deben ser abordadas. Es esencial aplicar medidas de seguridad robustas, cumplir con normativas de protección de datos, y llevar a cabo la calibración y validación de dispositivos, además de capacitar adecuadamente en la interpretación de datos, para superar estos retos y garantizar el uso ético y efectivo de la tecnología en el deporte.

La accesibilidad y el costo son obstáculos importantes que limitan la disponibilidad de estas tecnologías para todos los niveles del deporte. La solución a estos desafíos es fundamental para asegurar que los beneficios de la tecnología sean accesibles para todos los atletas, sin importar su nivel o recursos. Abordar estos problemas permitirá una distribución más equitativa de las oportunidades tecnológicas en el ámbito deportivo.

Además, la dependencia excesiva de la tecnología puede afectar la capacidad de los atletas para tomar decisiones intuitivas y centrarse en la experiencia práctica. El alto costo y la falta de acceso a estas tecnologías también pueden generar desigualdades significativas en las oportunidades de entrenamiento. Para mantener la competencia justa y asegurar una distribución equitativa de

los beneficios tecnológicos, es crucial abordar estos desafíos con un enfoque equilibrado y ético.

Con un enfoque adecuado, la tecnología tiene el potencial de transformar el deporte y la actividad física, mejorando el rendimiento, la seguridad y la inclusión. La continua innovación promete un futuro lleno de posibilidades para el deporte, pero es necesario encontrar un equilibrio entre la tecnología y los valores fundamentales del deporte. Invertir en infraestructura, programas de capacitación y políticas inclusivas es clave para maximizar el impacto positivo de la tecnología y asegurar que todos puedan disfrutar de sus beneficios.

Preguntas Orientadoras de Aprendizaje

La finalidad didáctica de las preguntas orientadoras de aprendizaje radica en estructurar y profundizar el proceso cognitivo del lector durante la construcción del conocimiento. Estas preguntas estimulan el pensamiento crítico al fomentar el análisis, la comparación, la inferencia y la argumentación, al tiempo que fortalecen la metacognición, pues invitan a reflexionar sobre su propio nivel de comprensión. Además, favorecen una comprensión relacional y sistémica del contenido y orientan la transferencia del aprendizaje hacia contextos diversos.

1. ¿De qué manera el uso de dispositivos *wearables* y sensores (como monitores de ritmo cardíaco y acelerómetros) permite a los atletas evitar el sobreentrenamiento y mejorar su biomecánica?
2. ¿Cuáles son las fases esenciales del procesamiento de Big Data y por qué es fundamental una gestión meticulosa de los datos para la toma de decisiones estratégicas?
3. ¿Cómo puede el análisis predictivo identificar patrones de riesgo para anticipar lesiones y personalizar las cargas de entrenamiento según la respuesta fisiológica de cada individuo?
4. ¿Qué beneficios únicos ofrecen la Realidad Virtual (VR) y la Realidad Aumentada (AR) en el proceso de recuperación física y psicológica de un deportista lesionado?
5. ¿De qué forma tecnologías como el GPS y los sensores de impacto integrados en el equipamiento mejoran la atención médica inmediata ante lesiones como las conmociones cerebrales?
6. ¿Cuáles son las principales preocupaciones éticas respecto a la privacidad de los datos y qué medidas de seguridad se recomiendan para proteger la información sensible de los atletas?

7. ¿Cómo podría una dependencia excesiva de los datos y las simulaciones digitales afectar la toma de decisiones intuitiva y la experiencia práctica del deportista en situaciones de competencia real?
8. ¿De qué manera las tecnologías adaptativas (como prótesis de fibra de carbono o sillas de ruedas especializadas) están derribando barreras para las personas con diversidad funcional?
9. ¿Cómo influye el alto costo de implementación de estas tecnologías en la creación de brechas de éxito entre atletas de élite y aquellos en niveles *amateur* o de países en desarrollo?
10. ¿Qué desafíos éticos y regulatorios plantean innovaciones emergentes como la biotecnología y la edición genética para el mantenimiento de los valores fundamentales del deporte?

Cuestionario

1. ¿Qué dispositivos permiten a los atletas rastrear indicadores vitales como la frecuencia cardíaca y los niveles de oxígeno para evitar el sobre entrenamiento?

a) Cámaras de alta velocidad.
b) Relojes inteligentes y monitores de ritmo cardíaco.
b) Sensores de impacto en cascos.
d) Realidad aumentada.

2. Las Unidades de Medición Inercial (IMU) son especialmente útiles en deportes de movimientos precisos porque combinan:

A) GPS y sensores de sueño.
B) Acelerómetros, giroscopios y magnetómetros.
C) Inteligencia artificial y Big Data.
D) Realidad virtual y tejidos inteligentes.

3. ¿Cuál es una de las etapas críticas del procesamiento de Big Data mencionada en el texto?

a) Venta de datos personales.
b) Adquisición, limpieza y análisis predictivo.
c) Eliminación de registros históricos.
d) Creación de perfiles públicos de atletas.

4. ¿Cuál es un beneficio principal de la Realidad Virtual (VR) en el entrenamiento deportivo?

a) Reducción total de la fatiga muscular.
b) Creació n de simulaciones inmersivas en entornos seguros y controlados.
c) Sustitución definitiva del entrenador físico.
d) Eliminación de la necesidad de equipo deportivo real.

5. Según las fuentes, un riesgo de la dependencia tecnológica excesiva es:

a) El aumento de la fuerza física.
b) La reducción de la toma de decisiones intuitivas durante el juego.
c) La mejora automática de la técnica.
d) El cumplimiento estricto del GDPR.

6. ¿Cómo ayuda el GPS y los sensores de aceleración a la seguridad del atleta?

a) Midiendo las calorías quemadas por minuto.
b) Rastreando impactos para detectar conmociones cerebrales y otras lesiones graves.
c) Mejorando la señal de internet en los estadios.
d) Identificando el calzado más barato del mercado.

7. En el contexto de la prevención, ¿qué función cumple la Inteligencia Artificial (IA)?

a) Reemplazar la cirugía en casos graves.
b) Analizar patrones de movimiento para detectar anomalías biomecánicas y predecir riesgos.
c) Automatizar el cobro de entradas a los eventos.
d) Entrenar a los árbitros en tiempo real.

8. ¿Qué materiales se mencionan como fundamentales en las prótesis avanzadas para atletas con diversidad funcional?

a) Plásticos reciclados.
b) Hierro y bronce.
c) Materiales ligeros y resistentes como la fibra de carbono.
d) Madera tratada.

9. ¿Cuál es el principal desafío de las disparidades digitales en el deporte?

a) La falta de interés de los jóvenes.
b) El acceso limitado a tecnología en comunidades rurales y países en desarrollo.
c) La abundancia de plataformas gratuitas.
d) El exceso de capacitación de los entrenadores.

10. ¿Qué tecnología emergente podría permitir a los atletas controlar equipos o sus propios cuerpos mediante respuestas neurológicas?

a) Computación cuántica.
b) Interfaces Cerebro-Computadora (BCI).
c) Bioimpresión de tejidos.
d) Realidad Aumentada (AR).

11. La tecnología CRISPR se menciona en el ámbito de la biotecnología para:

a) Fabricar mejores balones.
b) La edición de genes para mejorar potencialmente la resistencia o recuperación.
c) Crear simulaciones de estadios virtuales.
d) Encriptar los datos de privacidad del GDPR.

12. ¿Cuál es un desafío ético futuro crítico mencionado en relación con la innovación tecnológica?

a) El color de los uniformes.
b) La equidad competitiva y el riesgo de crear "superatletas".
c) La duración de los partidos de e-sports.
d) El uso de redes sociales por los entrenadores.

Referencias

1. Frevel N, Beiderbeck D, Schmidt S. The impact of technology on sports – A prospective study. Technological Forecasting and Social Change. 2022; p. 121838, https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121838.

2. Ringuet-Riot C, Carter S, James D. Programmed Innovation in Team Sport Using Needs Driven Innovation. Procedia Engineering. 2014; 72: p. 817-822, https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.06.139.

3. van M, Kok M, Berger M, Hoozemans M, Veeger D. Machine Learning to Improve Orientation Estimation in Sports Situations Challenging for Inertial Sensor Use. Frontiers in Sports and Active Living. 2021; p. 1-18 https://doi.org/10.3389/fspor.2021.670263.

4. Jiang Y. Combination of wearable sensors and internet of things and its application in sports rehabilitation. Computer Communications. 2020; p. 167-176, https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.11.021.

5. Fulu L. Development of Athlete Health Monitoring and Early Warning System Based on Sensor Data. Journal of Electrical Systems. 2024; p. 2037-2047, https://doi.org/10.52783/jes.3118; https://pdfs.semanticscholar.org/87d9/9e0aced39aea8c7be7a788386bea62910826.pdf

6. Varley M, Jaspers A, Helsen W, Malone J. Methodological Considerations When Quantifying High-Intensity Efforts in Team Sport Using Global Positioning System Technology. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017; p. 1059-1068, https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0534.

7. Nobari H, Banihashemi M, Saedmocheshi S, Prieto-González P, Oliveira R. Overview of the impact of sleep monitoring on optimal performance, immune system function and injury risk reduction in athletes: A narrative review. Sports Sciences, Exercise, and Health – Medicine & Health Sciences. 2023; p. 1-18. https://doi.org/10.1177/00368504231206265.

8. Schmid S. 21st Century Sport How technologies will change sport in the digital age: Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-50801-2; 2020.

9. Ometov A, Shubina V, Klus L, Skibińska J, Saafi S, Pascacio P, et al. A Survey on Wearable Technology: History, State-of-the-Art and Current Challenges. Computer Networks. 2021; p. 108074, https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108074 .

10. Masoumian M, Masoumian S, Qayumi K, Hosseinzadeh S, Sajadi S. Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review. BMC Med Inform Decis Mak. 2023 Nov 3;23 (1): p. 248. https://doi.org/10.1186/s12911-023-02350-w.

11. Huifeng W, Kadry S, Raj E, Continuous health monitoring of sportsperson using IoT devices based wearable technology, Computer Communications,Volume 160, 2020; p. 588-595, https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.04.025.

12. Olsen R, Hasan S, Woo J, Nawabi D, Ramkumar P, The Fundamentals and Applications of Wearable Sensor Devices in Sports Medicine: A Scoping Review, Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, Volume 41, Issue 2, 2025, p. 473-492, https://doi.org/10.1016/j.arthro.2024.01.042 .

13. Dong X, Sun Y. Injury Risk Prediction and Prevention Algorithm for Athletes Based on Data Mining. Journal of electrical systems. 2024; p. 717-1728, https://doi.org/10.52783/jes.3090; https://pdfs.semanticscholar.org/ef34/ed6aae8c514623f9e095b863a5dcb4799ead.pdf.

14. Ma S. Enhancing sports education through Big Data analytics: Leveraging models for improved teaching strategies. In Proceedings of the 6th International Conference on Computing and Data Science; 2024. p. 184-189, https://doi.org/10.54254/2755-2721/57/20241331.

15. Xiao Y. A Study on Improving Tactical Strategies in Sports Games Using Optimization algorithms. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences. 2024; p. 1-12, https://doi.org/10.2478/amns-2024-0016.

16. Zhang Z, Cai J. Athlete muscle strength control training based on network security and multi-source information fusion. Molecular & Cellular Biomechanics. 2024; p. 1-17, https://doi.org/10.62617/mcb.v21.142; https://pdfs.semanticscholar.org/c587/32c0843fdb5184f4584a02bf861e8bd84b23.pdf.

17. Jamal H, Algeelani N, Al-Sammarraie N. Safeguarding data privacy: strategies to counteract internal and external hacking threats. Computer Science and Information Technologies. 2024; p. 46-54, https://doi.org/10.11591/csit.v5i1.pp46-54.

18. Nahavandi D, Alizadehsani R, Khosravi A, Acharya U. Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2022; p. 106541, https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106541 .

19. Viglialoro R, Condino S, Turini G, Carbone M, Ferrari V, Gesi M. Review of the Augmented Reality Systems for Shoulder Rehabilitation. Information. 2019; p. 54, https://doi.org/10.3390/info10050154 .

20. Pardos A, Gallos P, Menychtas A, Panagopoulos C, Maglogiannis I. Enriching Remote Monitoring and Care Platforms with Personalized Recommendations to Enhance Gamification and Coaching. Studies in health technology and informatics. 2023; p. 332-336, https://doi.org/10.3233/shti230129.

21. Oliveira L, Melendi D, García R. Comparing Tactical Analysis Methods in Women's Soccer Using Positioning Data from Electronic Performance and Tracking Systems. Electronics 13, no. 10. 2024; p. 1876. https://doi.org/10.3390/electronics13101876.

22. Ladyka P, Kuz Y. Use of modern information technologies in the educational and training process of swimmers: innovations, challenges and prospects. Grail of science. 2023; p. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.09.06.2023.76.

23. Novak D, Sinković F, Bilić Z, Barbaros P. The Effects of a Short Virtual Reality Training Program on Dynamic Balance in Tennis Players. Journal of Functional Morphology and Kinesiology 8, no. 4. 2023; p. 168. https://doi.org/10.3390/jfmk8040168.

24. Wu B. Real Time Monitoring Research on Rehabilitation Effect of Artificial Intelligence Wearable Equipment on Track and Field Athletes. EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology. 2024; p. https://doi.org/10.4108/eetpht.10.5150.

25. Xu M. Basketball Tactics Analysis Based on Improved Openpose Algorithm and Its Application. Journal of Electrical Systems. 2024; p. https://doi.org/10.52783/jes.1303. https://pdfs.semanticscholar.org/2e99/df60f56316bd64ebd43364721a08de90e413.pdf

26. Lückemann P, Haid D, Brömel P, Schwanitz S, Christian C. Validation of an Inertial Sensor System for Swing Analysis in Golf. In Proceedings; 2018. p. 246, https://doi.org/10.3390/proceedings2060246.

27. Luder V, Bian S, Magno M. CycloWatt: An Affordable, TinyML-enhanced IoT Device Revolutionizing Cycling Power Metrics. arXiv.org. 2024; p. https://doi.org/10.48550/arxiv.2403.07915.