



PREVENCIÓN DE LESIONES EN ÁMBITOS LABORALES Y DEPORTIVOS MEDIANTE IA, MODELOS BIOMECÁNICOS Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTO

Injury prevention in the workplace and sports through AI, biomechanical models and movement analysis

Jonathan Mendoza Cuevas ⁵¹

Maria Camila Roa Ruiz ⁵²

Jose Fernando Prieto Lopez ⁵³

Juan Daniel Martínez Uribe ⁵⁴

RESUMEN

El presente trabajo aborda la problemática de las lesiones en entornos laborales y deportivos, donde la ejecución y la sobrecarga en movimientos representan un riesgo significativo para la salud y el rendimiento de las personas/atletas. En este contexto se tiene como objetivo desarrollar un sistema de apoyo mediante inteligencia artificial, modelos biomecánicos y análisis de patrones de movimiento, que permita encontrar factores de riesgo y prevenir lesiones.

Para el desarrollo de esta propuesta se implementó una metodología de análisis técnico, se utilizaron datos obtenidos de sesiones de entrenamiento por parte de una atleta, quien realizaba los respectivos levantamientos de halterofilia mientras era registrada mediante cámaras optoelectrónicas para obtener la información biomecánica necesaria. Adicionalmente, se realizó registro fotográfico para el entrenamiento del modelo de inteligencia artificial. Se usaron herramientas computacionales como Google Collaboratory, lenguaje Python, entre otros.

Como resultado se obtuvo un sistema capaz de analizar el patrón de movimiento y generar una retroalimentación para la corrección y mejora de la técnica. Este enfoque contribuye a la reducción de lesiones y aporta en términos de transferencia tecnológica, ya que su aplicación puede extenderse a diferentes sectores. En conclusión, el proyecto evidencia el potencial de la inteligencia artificial como herramienta de prevención y cuidado de la salud.

⁵¹ Tecnólogo en desarrollo de sistemas de información, Fundación universitaria compensar, jmendezac@ucompensar.edu.co, <https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Verificador/query.do?nro=0002421660> <https://orcid.org/0009-0007-7970-0593>.

⁵² Fundación universitaria compensar, mariacroa@ucompensar.edu.co, <https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Verificador/query.do?nro=0002086627>, <https://orcid.org/0000-0001-5526-3092>.

⁵³ Tecnólogo en desarrollo de sistemas de información, Fundación universitaria compensar, jfernandoprieto@ucompensar.edu.co, <https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Verificador/query.do?nro=0002421693>, <https://orcid.org/0009-0004-6246-0114>.

⁵⁴ Tecnólogo en desarrollo de sistemas de información, Fundación universitaria compensar, juandanielmartinez@ucompensar.edu.co, <https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Verificador/query.do?nro=0002421663>, <https://orcid.org/0009-0004-1780-5267>.

PALABRAS CLAVE: análisis de movimiento, biomecánica, inteligencia artificial, prevención, lesiones deportivas.

ABSTRACT

The present work addresses the issue of injuries in workplace and sports environments, where improper execution and movement overload represent a significant risk to people's health and athletes' performance. In this context, the objective is to develop a support system based on artificial intelligence, biomechanical models, and movement pattern analysis, aimed at identifying risk factors and preventing injuries.

For the development of this proposal, a technical analysis methodology was implemented; data were collected from training sessions with an athlete who performed weightlifting movements while being recorded by optoelectronic camera systems to obtain biometric information. Additionally, photographic records were taken to train the artificial intelligence model. Computational tools such as Google Colaboratory and the Python programming language, among others, were employed.

As a result, a system was obtained that can analyze movement patterns and generate feedback for the correction and improvement of technique. This approach contributes to injury reduction and provides added value in terms of technological transfer, since its application can be extended to different sectors. In conclusion, the project highlights the potential of artificial intelligence as a tool for prevention and health care.

KEYWORDS: artificial intelligence, biomechanics, injury prevention, movement analysis, sports injuries.

INTRODUCCIÓN

El análisis del movimiento humano mediante cámaras optoelectrónicas y sistemas avanzados de captura tridimensional ha adquirido un rol fundamental en áreas como el entrenamiento deportivo, la fisioterapia, la ergonomía y la investigación biomecánica. Estas tecnologías han permitido una evolución significativa en la forma en que se estudian los patrones motores, ya que ofrecen una reconstrucción precisa y cuantificable de la postura, la velocidad, la trayectoria articular y la coordinación durante diferentes tareas físicas. Su creciente adopción responde a la necesidad de obtener mediciones objetivas y reproducibles, especialmente en actividades que requieren un nivel técnico elevado, como los levantamientos de halterofilia y, en particular, el movimiento de arranque, donde pequeños desajustes pueden influir directamente en el rendimiento y aumentar el riesgo de lesión.

En el presente texto se documentan los avances alcanzados durante las sesiones sincrónicas, centrados en la evaluación técnica de la ejecución del ejercicio "Peso muerto", empleado como referencia inicial para establecer un modelo comparativo aplicable a movimientos más complejos relacionados con la halterofilia. El propósito de este análisis es obtener un estudio cuantitativo del rendimiento y la calidad del movimiento del deportista, estableciendo parámetros que sirvan como base para futuras aplicaciones orientadas al seguimiento biomecánico y la detección temprana de fallos técnicos.

El sistema optoelectrónico empleado permitió el registro detallado de datos cinemáticos, incluyendo aceleraciones, rotaciones y posiciones articulares, lo que posibilitó una reconstrucción completa del movimiento corporal. La literatura reciente apoya la integración de este tipo de tecnologías con modelos de inteligencia artificial, frente a ello, estudios como el de Souaifi et al. (2025) demuestran mejoras significativas en la predicción de lesiones mediante algoritmos que combinan captura de movimiento y aprendizaje automático. Asimismo, análisis como el de Roggio et al. (2024) evidencian la confiabilidad de los modelos de estimación de pose en diferentes vistas, sugiriendo que pueden complementar o incluso sustituir evaluaciones subjetivas tradicionales.

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó mediante herramientas computacionales como Google Collaboratory, Python y Microsoft Excel, siguiendo las directrices del tutor del proyecto y permitiendo una evaluación integral y objetiva del desempeño biomecánico.

HALLAZGOS O RESULTADOS

Durante las pruebas iniciales del software se emplearon cámaras optoelectrónicas para obtener datos en tiempo real sobre la ejecución de diferentes rutinas de ejercicio. Paralelamente, se procesaron grabaciones mediante el módulo de inteligencia artificial, logrando identificar de manera similar parámetros como velocidad, posición y ángulo articular. Los resultados indican una relación consistente entre la información recolectada por ambos sistemas, evidenciando el potencial del proyecto para ofrecer evaluaciones cruzadas que validen la precisión del análisis.

Actualmente, el sistema permite visualizar los registros obtenidos por las cámaras y los resultados procesados por la IA en una interfaz funcional, facilitando la interpretación de los movimientos y la detección de posibles desviaciones técnicas. Estos avances reflejan un progreso significativo en el desarrollo del prototipo, consolidando una base sólida para el análisis automatizado del rendimiento físico en deportistas profesionales y aficionados.

CONCLUSIONES

Para finalizar, la herramienta permite recalcar la relevancia de integrar la inteligencia artificial con modelos biomecánicos y análisis de movimiento para mejorar la seguridad y el rendimiento físico. A través de la implementación de tecnologías como cámaras optoelectrónicas y modelos de IA, se evidenció la posibilidad de obtener datos precisos y retroalimentación en tiempo real, lo cual contribuye significativamente a la reducción de riesgos asociados a la ejecución incorrecta de movimientos.

Estas soluciones representan un avance en la automatización del análisis biomecánico y fortalecen el cuidado de la salud y la eficiencia deportiva. Finalmente, se sugiere continuar con investigaciones orientadas a ampliar el sistema y optimizar los algoritmos de detección y análisis para mayor aplicabilidad.

REFERENCIAS

-
- Souaifi, M., Dhahbi, W., Jebabli, N., Ceylan, H. İ., Boujabli, M., Muntean, R. I., & Dergaa, I. (2025). Artificial intelligence in sports biomechanics: A scoping review on wearable technology, motion analysis, and injury prevention. *Bioengineering*, 12(8), 887. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12080887>
 - Roggio, F., Di Grande, S., Cavalieri, S., Falla, D., & Musumeci, G. (2024). Biomechanical posture analysis in healthy adults with machine learning: Applicability and reliability. *Sensors*, 24(9), 2929. <https://doi.org/10.3390/s24092929>