

Dispositivo de tecnología IoT frente al sedentarismo y los riesgos de salud por obesidad

IoT technology device against sedentary and health risks due to obesity

Vanessa Núñez M.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá

vanessa.nunez-m@up.ac.pa; <https://orcid.org/0009-0004-3076-3305>

[Grupo de Investigación ROBOTSIS](#)

Hazael Urriola C.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá

hazael.urriola@up.ac.pa; <https://orcid.org/0009-0009-2475-7669>

Artículo recibido: 26 de febrero de 2025

Artículo aceptado: 7 de marzo de 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colegiada.v6n2.a7188>

RESUMEN

Con los recientes avances tecnológicos, en el ámbito del cuidado personal y la salud física, se ha identificado la necesidad de desarrollar un prototipo de Entrenador Personal Inteligente (E.P.I.) basado en tecnología de Internet de las Cosas (IoT), con el objetivo de monitorear y mejorar las actividades físicas de los usuarios en el hogar. Este desarrollo responde al creciente problema del sedentarismo y la obesidad, que representan desafíos significativos para la salud pública a nivel global. El estudio empleó una metodología descriptiva, seleccionando tres espacios físicos para realizar pruebas del sistema y aplicando encuestas para evaluar el conocimiento sobre los riesgos de la obesidad y la aceptación de la tecnología IoT. Los materiales utilizados incluyeron dispositivos IoT, como una Raspberry Pi 4 y una cámara Raspberry Pi, junto con técnicas de inteligencia artificial para el análisis de imágenes. Los resultados demostraron que el E.P.I. fue capaz de recopilar y analizar datos de actividad física de manera efectiva, registrando el número de repeticiones, la duración de los ejercicios y las calorías quemadas. Los usuarios expresaron una percepción positiva sobre el sistema, destacando su facilidad de uso, la claridad de las instrucciones y su potencial para motivar y mejorar la adherencia al ejercicio. Además, se observó que el sistema funcionó eficazmente en diferentes condiciones de luminosidad, tanto en interiores como en exteriores. Sin embargo, se discutieron aspectos relevantes como la accesibilidad y el costo de los dispositivos, concluyendo que el E.P.I. representa una alternativa viable para fomentar la actividad física en el hogar y contribuir a la salud de los usuarios. Este trabajo abre la puerta a futuras investigaciones en el campo de la tecnología aplicada a la salud, particularmente en la intersección entre IoT, inteligencia artificial y bienestar físico.

PALABRAS CLAVE: Visión por computadora, internet de las cosas (IoT), obesidad, inteligencia artificial.



ABSTRACT

With recent technological advancements in personal care and physical health, there has been a growing need to develop a prototype of an Intelligent Personal Trainer (E.P.I.) based on Internet of Things (IoT) technology. This system aims to monitor and enhance users' physical activities at home, addressing the increasing issues of sedentary lifestyles and obesity, which pose significant public health challenges globally. The study employed a descriptive methodology, selecting three physical spaces for system testing and conducting surveys to assess knowledge about obesity risks and the acceptance of IoT technology. The materials used included IoT devices such as a Raspberry Pi 4 and a Raspberry Pi camera, along with artificial intelligence techniques for image analysis. The results demonstrated that the E.P.I. effectively collected and analyzed physical activity data, recording the number of repetitions, exercise duration, and calories burned. Users expressed positive perceptions of the system, highlighting its ease of use, clear instructions, and potential to motivate and improve exercise adherence. Additionally, the system performed effectively under various lighting conditions, both indoors and outdoors. However, relevant aspects such as device accessibility and cost were discussed, concluding that the E.P.I. represents a viable alternative to promote physical activity at home and contribute to the health of users. This work paves the way for future research in the field of technology applied to health, particularly at the intersection of IoT, artificial intelligence, and physical well-being.

KEYWORDS: Computer vision, internet of Things (IoT), obesity, artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

La obesidad y el sedentarismo se han convertido en problemas de salud pública de gran relevancia a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (2022) casi 500 millones de personas desarrollarán enfermedades cardíacas, obesidad, diabetes u otras enfermedades no transmisibles (ENT) atribuibles a la inactividad física y se prevé que esta cifra continúe en aumento. Este fenómeno no solo está relacionado con la calidad de vida de las personas; sino que también, incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. La falta de actividad física es uno de los principales factores que contribuyen al aumento de la obesidad.

En un estudio realizado por Lavie et al., (2019) han demostrado que el sedentarismo está asociado con un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad. El código europeo contra el cáncer en su 4ta edición informa sobre 12 recomendaciones para reducir el riesgo de cáncer. Mantener un peso corporal saludable, realizar actividades físicas, mantener una dieta saludable son tres de las 12 recomendaciones que dan por hecho para la reducción de este riesgo (Koczkodaj et al., 2020).

A pesar de la creciente conciencia sobre la importancia de la actividad física, muchas personas enfrentan barreras que les impiden realizar ejercicio regularmente, como la falta de tiempo y el costo de las instalaciones deportivas. Estas circunstancias han llevado a un aumento en la búsqueda de alternativas que permitan a las personas mantenerse activas sin necesidad de salir de casa. Según Almanza (2023) los datos de la última encuesta nacional que se realizó en el país en el año 2019 revelan que tres de cada 10 niños presentan problemas de sobrepeso y obesidad en la república de Panamá. El informe destaca que los niños de 5 años hacia la adolescencia son el grupo con mayores problemas de obesidad. El uso de la inteligencia artificial en la salud ha llegado también al campo del ejercicio físico y el cuidado de la salud. El uso de dispositivos portátiles, aplicaciones móviles o sistemas de entrenamiento virtual ha aumentado exponencialmente durante los últimos años, así como la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial en la medicina deportiva para prevenir o diagnosticar lesiones, analizar el rendimiento de los deportistas o planificar sesiones. Este tipo de dispositivos, que incluyen los relojes inteligentes, los monitores de frecuencia cardíaca o los dispositivos de rastreo GPS y de actividad física son capaces de controlar la frecuencia cardíaca, las calorías empleadas en una actividad, la temperatura corporal o la distancia recorrida, entre otros muchos parámetros. De este modo,

el usuario puede recibir información en tiempo real sobre la práctica deportiva, recomendaciones personalizadas que le ayuden a mejorar su entrenamiento y a alcanzar sus objetivos o recordatorios de estiramientos o movimientos. Y todo ello contribuirá a que logre sus objetivos de ejercicio físico y a que el entrenamiento sea más eficiente, efectivo y seguro Ponent (2023).

En este sentido, la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) ha emergido como una solución innovadora para abordar el sedentarismo. Los dispositivos IoT pueden ofrecer un monitoreo en tiempo real de las actividades físicas, permitiendo a los usuarios realizar un seguimiento de su progreso y recibir retroalimentación instantánea. Investigaciones previas han demostrado que el uso de dispositivos portátiles y aplicaciones móviles puede aumentar la motivación y la adherencia al ejercicio, facilitando la incorporación de la actividad física en la rutina diaria. Sin embargo, a pesar de estos avances, aún existen limitaciones en la accesibilidad y personalización de estos sistemas, lo que puede restringir su adopción generalizada. El desarrollo de un Entrenador Personal Inteligente (E.P.I.) basado en tecnología IoT representa una oportunidad para superar estas limitaciones. Este sistema no solo proporcionaría un monitoreo personalizado de las actividades físicas, sino que también utilizaría técnicas de inteligencia artificial para analizar el desempeño del usuario y ofrecer recomendaciones adaptadas a sus necesidades individuales. De esta manera, se busca no solo fomentar la actividad física, sino también mejorar la calidad de vida de los usuarios al proporcionarles herramientas efectivas para alcanzar sus objetivos de salud.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar y construir un prototipo de E.P.I. que permita a los usuarios realizar ejercicios físicos en casa, mientras se recopilan y analizan datos sobre su desempeño. Este sistema se enfocará en actividades físicas que son accesibles y efectivas, como sentadillas, flexiones y el uso de mancuernas, y que, según Morales, A. (2019) y Ferrer, E. (2020), se han demostrado ser beneficiosas para el desarrollo muscular y la mejora de la salud general. A través de este enfoque, se espera que el E.P.I. no solo mejore la motivación de los usuarios, sino que también les ayude a establecer y alcanzar metas realistas en su rutina de ejercicios.

Además, esta investigación se propone evaluar la aceptación del uso de tecnología IoT en el ámbito del ejercicio físico. Se realizarán encuestas para medir el nivel de conocimiento y conciencia sobre los riesgos asociados con la obesidad y el sedentarismo, así como la disposición de los usuarios a adoptar un dispositivo de entrenamiento personal inteligente. Este análisis permitirá identificar las barreras y facilitadores que influyen en la adopción de tecnologías de salud, contribuyendo así a la literatura existente sobre el tema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo descriptivo y tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un prototipo de Entrenador Personal Inteligente (E.P.I.) basado en tecnología IoT. La metodología utilizada se centró en la recolección de datos sobre la efectividad del sistema en la promoción de la actividad física y la mejora de la salud de los usuarios. La muestra fue no probabilística, por conveniencia, seleccionando a los participantes en función de su disponibilidad y disposición para participar en el estudio.

Se seleccionó un grupo de 12 participantes, compuesto por 6 hombres y 6 mujeres de diferentes edades, con un rango comprendido entre los 15 y 50 años. Los participantes eran residentes de la Barriada Las Margaritas del distrito de Atalaya, provincia de Panamá. Se consideraron criterios de inclusión como la disposición a realizar actividad física y la ausencia de condiciones médicas que impidieran la práctica de ejercicio. La muestra se caracterizó por su diversidad en términos de edad, nivel de actividad física previa y conocimiento sobre el uso de tecnologías para el ejercicio.

Se diseñó una encuesta estructurada que evaluó el conocimiento de los participantes sobre los riesgos de salud asociados con la obesidad y el sedentarismo, así como su disposición

a utilizar un dispositivo IoT para el monitoreo de actividades físicas. La encuesta incluyó preguntas cerradas y abiertas, permitiendo una recolección de datos cuantitativa y cualitativa. Se realizaron sesiones de observación durante las pruebas del prototipo, donde se registraron las interacciones de los participantes con el E.P.I. y se evaluó su desempeño en diferentes ejercicios.

Se utilizaron tres escenarios de trabajo: dos salas de estar con diferentes condiciones de iluminación y una terraza al aire libre. Los participantes realizaron una serie de ejercicios físicos, como sentadillas, flexiones y levantamiento de mancuernas, mientras el E.P.I. registraba datos sobre su desempeño, incluyendo el conteo de repeticiones, la duración de la actividad y las calorías quemadas.

El prototipo del E.P.I. fue desarrollado utilizando herramientas de desarrollo de software como la vasta librería de visión artificial MediaPipe de OpenCV, Python, PHP, Streamlit, MariaDb y FileZilla. En cuanto a los componentes físicos tecnológicos, se utilizaron los siguientes dispositivos:

Figura 1

Microprocesador Raspberry Pi 4



Nota: Se utilizó un microcontrolador Arduino para la recolección y procesamiento de datos.

Figura 1.

Pantalla táctil, Amazon (2023).



Nota: El monitor, televisor o pantalla es un componente importante dentro del proyecto, ya que permite visualizar la interfaz gráfica del usuario. El monitor debe poder conectarse con la Raspberry Pi por medio de un cable HDMI.

Figura 2

Raspberry Pi Cámara.



Nota: Este módulo de cámara con lente Arducam® M12 para Raspberry Pi está diseñado para una mejor flexibilidad óptica en el enfoque y el campo de visión en las cámaras Pi.

Figura 4.

Laptop HP 15-FC0004LA.



Nota: Se utilizó la cámara integrada de la laptop, con las siguientes especificaciones Procesador AMD Ryzen 3 7320U | 8GB ram | 512GB.

RESULTADOS

Los resultados del proyecto provienen del análisis de datos recabados en cada una de las pruebas realizadas. Estos resultados se presentan por separados, ya que están divididos por dos aspectos principales del proyecto: algoritmo de reconocimiento y las encuestas realizadas a los usuarios del dispositivo IoT.

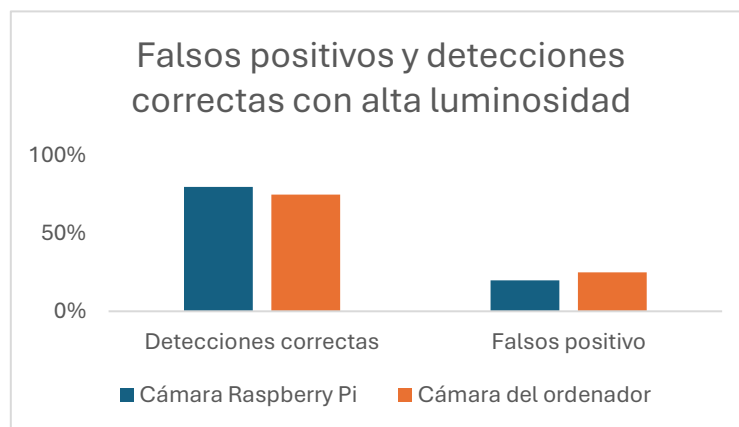
Resultados del algoritmo de reconocimiento

El prototipo compuesto por algoritmos de visión por computadora y sus componentes físicos fue puesto a prueba por los 12 participantes, con el fin de evaluar la capacidad de visualizar y distinguir la figura humana. Este algoritmo se implementó en la RaspberryPi, usando el módulo de cámara con lente Arducam M12 y, por otro lado, se utilizó la cámara integrada de la laptop HP 15-FC0004LA.

Luego de realizar las pruebas del Entrenador Personal Inteligente, se obtuvieron resultados muy positivos de la efectividad del sistema en diferentes condiciones de luminosidad.

Figura 5

Falsos positivos y detecciones correctas con alta luminosidad.

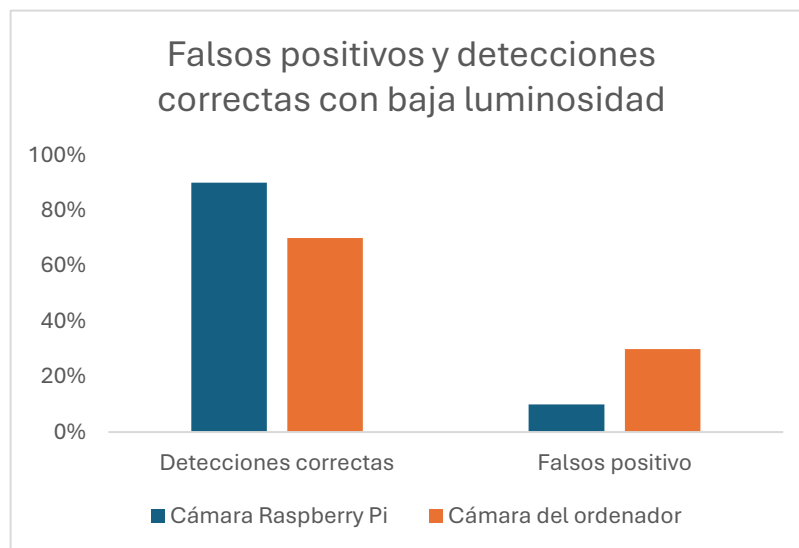


La figura 5 indica que, ambas cámaras son capaces de detectar correctamente los puntos de referencia establecido en condiciones de alta luminosidad. Además, se puede observar que la cámara del dispositivo IoT cuenta con un menor porcentaje de falsos positivos al momento de identificar los puntos de referencia establecidos para las tres rutinas de ejercicio.

La figura 6 muestra que, la cámara de la Raspberry es más efectiva al momento de detectar los puntos de referencia con respecto a la cámara del ordenador, en condiciones de baja luminosidad. El porcentaje de falsos positivos de la cámara del ordenador es mucho mayor en dichas condiciones.

Figura 6

Falsos positivos y detecciones correctas con poca luminosidad.

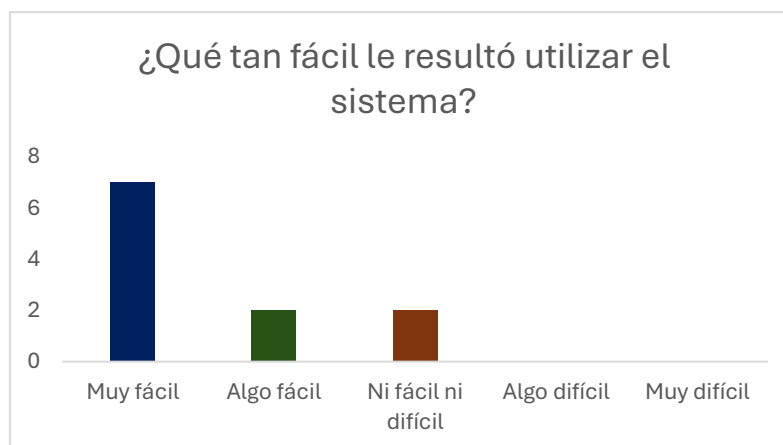


Resultados de encuestas realizadas a los usuarios del dispositivo IoT

Las tres preguntas cuyos resultados se muestran en las figuras 7 y 8, están relacionadas con la experiencia de los encuestados al utilizar el dispositivo IoT propuesto. La figura 7 muestra que 7 de 12 personas sienten que el Sistema les resultó fácil de utilizar, 2 personas indicaron que es algo fácil de utilizar, mientras que los 2 restantes manifestaron que no es ni fácil ni difícil de utilizar.

Figura 7

Experiencia sobre Sistema propuesto.

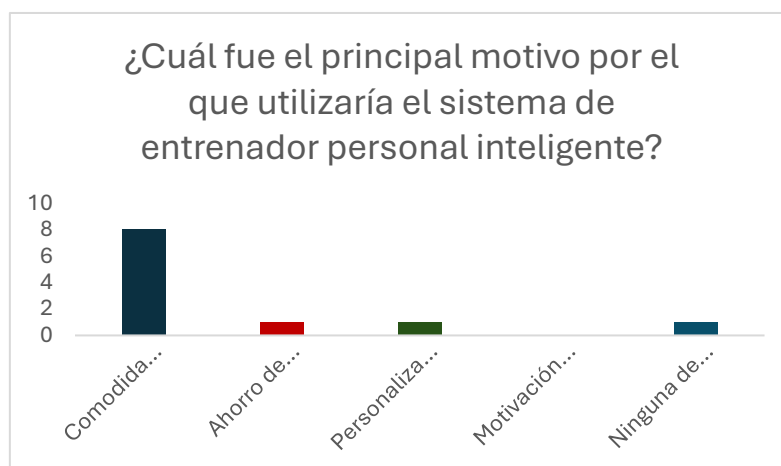


Las 12 personas encuestadas manifestaron que el sistema es fácil de comprender en cuanto a instrucciones para realizar las rutinas de ejercicios. Del total de personas encuestadas 8 respondieron que utilizarían el sistema propuesto por la comodidad de hacer ejercicios en casa;

una persona indicó que por ahorrar tiempo; otro encuestado siente que lo usaría por la personalización de las rutinas de ejercicio y la persona restante no optó por ninguna de las opciones que se le presentaron.

Figura 8.

Motivos para utilizar el Dispositivo IoT propuesto.



DISCUSIÓN

Este trabajo se ha realizado con el objetivo de desarrollar y evaluar un prototipo de Entrenador Personal Inteligente (E.P.I.) basado en tecnología IoT, con la finalidad de abordar la creciente problemática de la obesidad y el sedentarismo en la población. La necesidad de fomentar la actividad física y mejorar la salud de los usuarios se ha vuelto crucial, especialmente en un contexto donde el distanciamiento social ha limitado el acceso a gimnasios y espacios de ejercicio.

Los resultados obtenidos durante las pruebas del prototipo corroboran la efectividad del E.P.I. en la promoción de la actividad física. Los datos recopilados durante las sesiones de ejercicio muestran que los participantes lograron completar un número significativo de repeticiones en ejercicios como sentadillas y flexiones, lo que indica un aumento en su nivel de actividad física. Además, el sistema registró la duración de las actividades y las calorías quemadas, proporcionando a los usuarios información valiosa sobre su desempeño. Estos datos indican que el E.P.I. no solo facilita el monitoreo de la actividad física, sino que también puede motivar a los usuarios a mantener un régimen de ejercicio regular constituyéndose en una alternativa a otros sistemas desarrollados (Tabla 1).

La diversidad de la muestra, que incluye participantes de diferentes edades y niveles de actividad física previa, sugiere que el E.P.I. tiene el potencial de ser una herramienta accesible y adaptable para una amplia gama de usuarios. Esto es relevante, ya que la personalización del entrenamiento es un factor clave para la adherencia a programas de ejercicio. La interfaz de usuario diseñada para la aplicación móvil permite a los participantes interactuar de manera intuitiva con el sistema, lo que puede contribuir a una experiencia de usuario más satisfactoria y efectiva.

Sin embargo, es importante considerar que la efectividad del E.P.I. también depende de la disposición de los usuarios para adoptar un estilo de vida más activo. La encuesta realizada revela que, aunque los participantes están conscientes de los riesgos asociados con la obesidad y el sedentarismo, la motivación intrínseca y el apoyo social son factores que pueden influir en su compromiso con el ejercicio. Por lo tanto, futuras investigaciones podrían explorar estrategias

para aumentar la motivación y la adherencia a largo plazo, como la incorporación de elementos de gamificación o el establecimiento de comunidades de apoyo entre los usuarios.

Tabla 1.

Cuadro comparativo de los sistemas existentes (Ram et al., 2024, Rishan et al., 2020, Makarov & Petrov, 2021).

Características	Personal Trainer Web App	Shadow Boxing Virtual Instructor	Infinity Yoga Tutor	Sistema propuesto: Dispositivo IoT para el Sedentarismo y Obesidad
Tecnología utilizada	OpenCV, Flask, MediaPipe, BlazePose	Realidad Mixta (MR), Computer Vision (CV), Redes Neuronales Convolucionales (CNN)	OpenPose, Mask RCNN, CNN, LSTM, TensorFlow, Firebase Cloud Messaging (FCM).	IoT, Raspberry Pi, cámaras, visión artificial (OpenCV, MediaPipe, Numpy).
Metodología	Implementación de algoritmos de visión artificial para estimación de poses en tiempo real	Desarrollo de prototipo con entrenamiento de modelos de CV para reconocimiento de posturas	Captura de video en tiempo real, detección de puntos clave con OpenPose/Mask RCNN, predicción de posturas con CNN y LSTM.	Implementación de algoritmos de visión artificial para estimación de poses en tiempo real
Variables medidas	Precisión en la detección de poses, número de repeticiones, calorías quemadas	Técnica de boxeo, fuerza, velocidad, resistencia, postura	Precisión en la detección de posturas de yoga, corrección de posturas en tiempo real.	Repeticiones de ejercicios, calorías quemadas, aceptación de la tecnología, precisión en detección de movimientos.
Precisión	Nivel de precisión alto	Nivel de precisión alto	Nivel de precisión alto	Nivel de precisión alto
Aplicación	Monitoreo y corrección de posturas en entrenamiento físico desde una web	Entrenamiento de boxeo sin contacto, mejora de técnica y desempeño	Corrección de posturas de yoga en tiempo real, guía visual para usuarios.	Fomento de la actividad física en el hogar, monitoreo de la salud, reducción del sedentarismo.

CONCLUSIÓN

Se logró construir una arquitectura innovadora de un sistema que integra tecnología Raspberry Pi y distintos lenguajes y herramientas de software para realizar rutinas de ejercicio desde casa. Luego de realizar un número significativo de pruebas para evaluar los resultados, se puede concluir que el sistema alcanzó un 80% de efectividad, en cuanto al reconocimiento de patrones. Se demostró que, con las librerías MediaPipe y Numpy se reducen los falsos positivos, ya que permiten analizar las imágenes y detectar patrones en tiempo real. Es un sistema sencillo que facilita la tarea de hacer ejercicios en la comodidad del hogar. El sistema puede ser utilizado tanto de noche como de día gracias a su cámara que regula la luz siendo funcional a cualquier hora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almanza, C. (2023). *Panamá: Aumentan índices de personas con sobrepeso y obesidad*. TVN Panamá. https://www.tvn-2.com/nacionales/panama-nutricion-obsesidad-sobrepeso-ninos-alimentacion_1_2039277.html
- Ferrer, E. (2020). *Ejercicio con mancuernas: Los Beneficios para Tonificar tu Cuerpo* | Vogue. Vogue. <https://www.vogue.mx/belleza/bienestar/articulos/maquinas-pesas-mancuernas-herramientas-ejercicio-gimnasio-beneficios-cuerpo/8378>
- Lavie, C., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P., & Blair, S. (2019). *Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health*. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>
- Makarov, I., & Petrov, S. (2021). *On the Impact of Computer Vision Algorithms on Sport Training Automation: Proof of Concept for Shadow Boxing Virtual Instructor*. <https://www.semanticscholar.org/paper/On-the-Impact-of-Computer-Vision-Algorithms-on-of-Makarov-Petrov/81ca9ae176ce7788954a402d24b9ec1e94a4026f>
- Koczkodaj, P., Feliu, A., Picão, E., & Schüz, J. (2020). European Code against Cancer 4th Edition: 12 ways to reduce your cancer risk. *Cancer Epidemiology*, 69, S1–S10. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2015.05.009>
- Morales, A. (2019). *Los Beneficios de las Sentadillas más allá de la Tonificación de Muslos y Glúteos*. Vogue España. <https://www.vogue.es/belleza/articulos/fitness-sentadillas-beneficios-gluteos-piernas-abdomen-adelgazar>
- OMS. (2022). *WHO highlights high cost of physical inactivity in first-ever global report*. <https://www.who.int/news/item/19-10-2022-who-highlights-high-cost-of-physical-inactivity-in-first-ever-global-report>
- Ponent, A. (2023). *Cómo la IA está cambiando la forma de hacer ejercicio*. La Vanguardia Ediciones. <https://www.lavanguardia.com/vida/salud/20230308/8804930/como-ia-esta-cambiando-forma-ejercicio-brl.html>
- Ram, H., Ashok, A., Ramalingam, A., & Dheenadhayalan, S. (2024). Personal Exercise Trainer Using Computer Vision. *2024 Second International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ICETITE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ic-ETITE58242.2024.10493615>

Rishan, F., De Silva, B., Alawathugoda, S., Nijabdeen, S., Rupasinghe, L., & Liyanapathirana, C. (2020). Infinity Yoga Tutor: Yoga Posture Detection and Correction System. *2020 5th International Conference on Information Technology Research (ICITR)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICITR51448.2020.9310832>