

**REVISIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA MONITORIZACIÓN Y
AJUSTE PERSONALIZADO DE PROGRAMAS DE PREHABILITACIÓN QUIRÚRGICA**

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Miguel Hernández



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Curso Académico 2025-2026

Alumno/a: Alejandro Girona Andreu

Tutor Académico: Luis Sánchez Guillen

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN	3
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)	5
3.1 Ejercicio Físico en Pacientes con Cáncer	5
3.2 Programas de Prehabilitación y Capacidad Funcional	5
3.3 Individualización del Ejercicio Físico en Cáncer	6
3.4. Tecnología en Prehabilitación	6
3.5. Inteligencia Artificial Aplicada	6
3.6 Síntesis de la Evidencia y Justificación del Estudio	9
4. DISCUSIÓN	9
4.1. Importancia del Ejercicio Físico en Prehabilitación Oncológica	9
4.2. Importancia de la Evaluación Funcional y la Individualización	10
4.3. Papel de la Tecnología en Prehabilitación	10
4.4. Potencial del uso de Inteligencia Artificial en Prehabilitación	11
4.5. Papel del Profesional del Ejercicio y Necesidad de Supervisión Humana en Prehabilitación	12
4.6. Líneas Futuras de Investigación	12
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	12
6. BIBLIOGRAFÍA	15
7. DECLARACIÓN DEL USO DE IA	17

1. CONTEXTUALIZACIÓN

A día de hoy, el cáncer es una de las enfermedades que mayor mortalidad causa a nivel global. Dentro de todo lo que arrastra consigo, la cirugía aparece una y otra vez como un paso casi inevitable, y con ella un gran número de complicaciones posibles. En los últimos años, sin embargo, ha ido ganando fuerza una idea esperanzadora: muchas de esas complicaciones pueden reducirse a través del ejercicio, y muy especialmente mediante los programas de prehabilitación. La lógica es sencilla y, a la vez, reveladora. Del mismo modo que un deportista de élite se entrena durante meses para llegar en su mejor forma a una competición, el paciente se prepara físicamente antes de pasar por el quirófano, de manera que afronte la operación con muchas más garantías de recuperarse.

A pesar de ello, los modelos de prehabilitación que se emplean en la actualidad arrastran limitaciones. La principal tiene que ver con lo difícil que resulta seguir, de forma continua, el proceso y la evolución de cada paciente, algo que es precisamente la pieza clave para que estos programas lleguen a estar tan adaptados e individualizados como se requiere. Esto resulta de gran importancia en el terreno oncológico, debido a la enorme heterogeneidad de contextos y de pacientes que hace que la respuesta al ejercicio físico pueda cambiar drásticamente de un caso a otro.

Es en este punto donde entran en escena las tecnologías digitales y, sobre todo, la inteligencia artificial. Su irrupción en el ámbito de la salud y de la prehabilitación persigue un objetivo claro: individualizar al máximo y de manera dinámica, abriendo posibilidades nuevas y generando recomendaciones más ajustadas a cada persona, siempre dejando claro que la supervisión de un profesional seguirá siendo imprescindible sobre todo lo que estas herramientas propongan. Sin embargo, la evidencia sobre la eficacia real de estas herramientas en los programas de prehabilitación quirúrgica todavía es escasa, y falta una validación clínica verdaderamente sólida.

De ahí nace la necesidad de detenerse a analizar la evidencia científica disponible acerca de la incorporación de las tecnologías digitales y, en especial, de la IA en la individualización, la monitorización continua y el control dinámico de los programas de prehabilitación en pacientes con cáncer. Por eso resulta de gran interés examinar tanto los beneficios del ejercicio físico y de la prehabilitación como las aplicaciones tecnológicas y de IA en este contexto, revisar lo que dice la evidencia sobre individualización e identificar limitaciones y posibles líneas futuras de investigación. El objetivo último de este TFG es, en definitiva, analizar y evaluar la evidencia científica disponible sobre el uso de estas tecnologías basadas en la IA en la monitorización continua, el ajuste dinámico y la individualización de los procesos de prehabilitación, con el fin de responder a una pregunta de fondo: si la integración de tecnologías basadas en IA puede contribuir a optimizar la individualización, la monitorización continua y la adaptación dinámica de los programas de ejercicio físico en prehabilitación oncológica.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

Este procedimiento de revisión ha consistido en la búsqueda de información, para tratar de alcanzar los diferentes objetivos planteados, acerca de los programas de ejercicio físico en cáncer, los efectos de la individualización de estos programas y de la integración de la IA en los programas de prehabilitación, a través de artículos científicos. Estos han sido seleccionados según los criterios de la guía PRISMA asegurando el rigor en la metodología de este TFG.

2.1. Estrategia de Búsqueda y Criterios de Selección

La búsqueda se llevó a cabo consultando dos bases de datos científicas electrónicas. La mayor parte de los artículos seleccionados proceden de PubMed, y unos pocos de Google Scholar, sin perder de vista que esta última presenta limitaciones, ya que carece del rigor metodológico estricto que ofrecen otras bases biomédicas como la propia PubMed, Scopus o Web of Science. Esas limitaciones obedecen a varias razones. Destacan, por un lado, la dificultad para diseñar ecuaciones de búsqueda reproducibles y de alta precisión, pues su buscador no dispone de un vocabulario

controlado; por otro, la imposibilidad de replicar las búsquedas en el futuro, dado que su algoritmo es secreto y va cambiando.

La búsqueda de estos estudios se realizó en abril de 2026, partiendo de una estrategia bibliográfica construida sobre las siguientes palabras clave y términos en inglés: “machine learning”, “exercise therapy”, “personalized exercise”, “cancer”, “prehabilitation”, “artificial intelligence”. Para combinar los términos “machine learning” y “artificial intelligence” se recurrió al operador booleano ‘OR’ (“machine learning” OR “artificial intelligence”); del mismo modo se procedió con “personalized exercise”, “cancer” y “prehabilitation”, esta vez con el operador booleano ‘AND’ (“personalized exercise” AND “cancer” AND “prehabilitation”). Se fijó un límite temporal de los últimos quince años, aunque dando preferencia a los artículos más recientes, ya que la incorporación de la IA a la prehabilitación es algo todavía muy nuevo. La estrategia se estructuró, desarrolló y adaptó a las características propias de las dos bases de datos empleadas en esta revisión.

2.2. Proceso de Selección de Artículos

Toda esta selección de artículos se ha hecho en cuatro fases según la estructura de la guía PRISMA, habiendo una primera fase de identificación en las dos bases de datos especializadas empleadas, obteniendo un total de 100 artículos, tras una segunda fase en la que se eliminan duplicados se quedan 90 estudios, pasando al cribado inicial mediante la revisión de los títulos y resúmenes de los artículos, se eliminan 37 más, debido a que a pesar de abordar el ejercicio físico, la oncología y tecnología, no trataban específicamente de individualización o monitorización en programas de ejercicio para pacientes oncológicos ni de prehabilitación. En la tercera fase, la de elegibilidad, ya se pasa a leer el texto completo de los 53 artículos que quedan, eliminando primero 8 artículos, los cuales no fue posible acceder a ellos, quedándonos así con 45 artículos. Posteriormente se eliminaron aquellos que no cumplieran con los criterios o que no aportaban información relevante, eliminando 10 de ellos porque la IA se aplicaba a otros fines, otros 7 debido a que eran estudios sobre prehabilitación pero centrados en intervenciones nutricionales y psicológicas sin componente principal de ejercicio físico terapéutico, y 5 debido a la presencia de tecnología en salud y deporte pero sin utilidad para la individualización. Así finalmente en la última fase se acaban incluyendo 23 estudios en esta revisión bibliográfica.

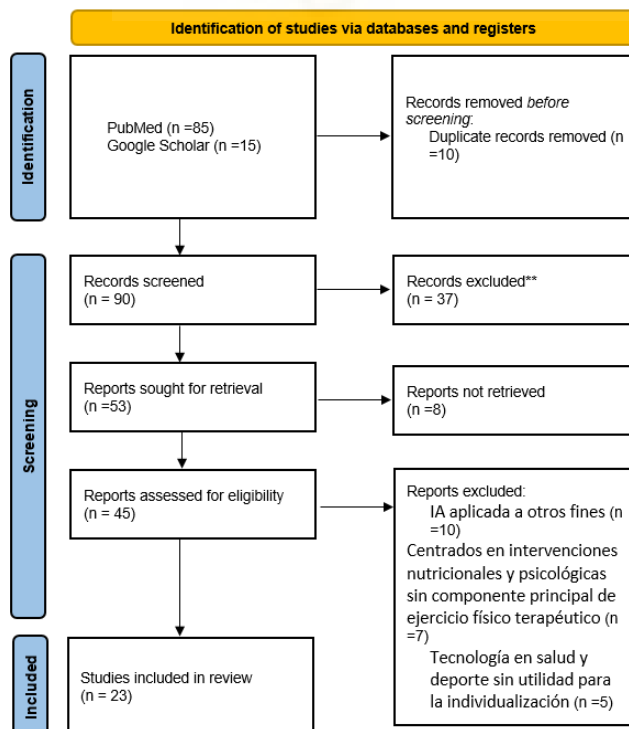


Figura 1: Proceso de Selección de Artículos (Diagrama PRISMA)

2.3. Criterios de Inclusión

- Investigaciones relacionadas con la prehabilitación, el ejercicio físico terapéutico y la inteligencia artificial en salud.
- Pacientes oncológicos o sometidos a cirugías mayores.
- Artículos de los últimos quince años, de 2011 a 2026.

2.4. Criterios de Exclusión

- Artículos que salen del ámbito quirúrgico de salud y de la actividad física.
- Pacientes que no van a ser sometidos a cirugías mayores o que no son oncológicos.
- Estudios de más de quince años de antigüedad.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

3.1 Ejercicio Físico en Pacientes con Cáncer

Los estudios muestran que la actividad física programada reduce significativamente el riesgo de mortalidad por todas las causas entre un 31% y un 46% en pacientes oncológicos, especialmente en aquellos con tumores digestivos y de pulmón (Saleh et al., 2025; Del Bianco et al., 2024). La evidencia científica indica que el ejercicio regular es la intervención más eficaz para mitigar la sarcopenia y la caquexia tumoral, preservando la masa muscular magra y mejorando la capacidad cardiorrespiratoria, relacionándose todo esto generalmente con un mejor pronóstico de la evolución clínica (Saleh et al., 2025; Del Bianco et al., 2024; Mu et al., 2026).

Por otra parte, las investigaciones reportan que el entrenamiento físico induce una respuesta inmunológica antitumoral mediante la movilización de células Natural Killer y linfocitos T (Saleh et al., 2025). Asimismo, los resultados señalan que el ejercicio disminuye la fatiga relacionada con el cáncer (FIC) y mejora la calidad de vida relacionada con la salud (QoL) durante todas las fases de la enfermedad (Saleh et al., 2025; Del Bianco et al., 2024).

3.2 Programas de Prehabilitación y Capacidad Funcional

Los estudios muestran que la prehabilitación basada en ejercicio incrementa la reserva funcional preoperatoria, lo que permite a los pacientes afrontar el estrés quirúrgico con menores tasas de complicaciones (Michael et al., 2021; Seo et al., 2026). Las investigaciones indican que el Test de Marcha de 6 Minutos (6MWT) mejora significativamente tras la prehabilitación, con incrementos medios que suelen superar los 40 metros, umbral considerado clínicamente significativo para predecir una mejor recuperación (He et al., 2026; Michael et al., 2021). La prehabilitación se ha visto que en algunos pacientes va más allá, especialmente en los de cáncer gastrointestinal y de pulmón, estos programas además de facilitar y acelerar la recuperación también reducen la duración de la estancia hospitalaria media (Saleh et al., 2025; Falz et al., 2022).

Los resultados de diversos meta-análisis confirman que los programas de prehabilitación que no se limitan simplemente al ejercicio físico e incorporan tanto soporte psicológico como ayuda nutricional, llamados multimodales, acaban siendo superiores, a los que dependen única y exclusivamente de la actividad física, para reducir la estancia hospitalaria media y las complicaciones graves (Harris & Marignol, 2024; He et al., 2026).

Por otra parte, la literatura científica nos dice que los programas de prehabilitación que se llevan a cabo a nivel domiciliario también son útiles, seguros y eficaces, en los casos que no sea posible acceder o realizarlos en instalaciones clínicas, sobre todo cuando se sirven de una monitorización remota (Seo et al., 2026; He et al., 2026). No obstante, la literatura científica advierte que, aunque se han reportado beneficios en intervenciones breves de apenas una semana, su eficacia clínica a largo plazo requiere de mayor validación (Gong et al., 2025).

3.3 Individualización del Ejercicio Físico en Cáncer

Los estudios muestran que la prescripción de ejercicio debe fundamentarse en el principio FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo) y adaptarse dinámicamente a las fluctuaciones diarias de la sintomatología del paciente adoptando de esta forma un enfoque de medicina de precisión, huyendo de programas estandarizados (Saleh et al., 2025). La evidencia reporta que evaluaciones basales exhaustivas, incluyendo el VO₂ pico y la fuerza de prensión manual, son esenciales para garantizar la seguridad en pacientes con metástasis óseas y evitar fracturas patológicas (Saleh et al., 2025). Las investigaciones destacan la correlación entre la capacidad de ejercicio medida por el 6MWT y los parámetros de umbral anaeróbico obtenidos mediante pruebas de esfuerzo cardiopulmonar (CPET), facilitando así la estratificación del riesgo quirúrgico y la personalización del entrenamiento (Butson et al., 2024; Bolshinsky et al., 2022).

La personalización es indispensable durante la quimioterapia adyuvante, esta necesidad de individualización en esta parte del proceso es debido a las fluctuaciones agudas en la capacidad cardiorrespiratoria, provocadas por el tratamiento (Saleh et al., 2025).

Por último, la literatura científica dice que en la individualización de la actividad física en este tipo de pacientes es necesario la colaboración de oncólogos y profesionales del ejercicio, para asegurar una correcta y eficaz adaptación de los distintos parámetros del entrenamiento en función de cómo vaya fluctuando de forma diaria la sintomatología de los pacientes (Saleh et al., 2025; Ramizah, 2022).

3.4. Tecnología en Prehabilitación

Los estudios muestran que el uso de tecnologías digitales, como dispositivos wearables y aplicaciones móviles, reduce las barreras geográficas y aumenta la adherencia del paciente hasta en un 85% (Tay et al., 2024). Las investigaciones indican que la teleprehabilitación mediante videoconferencias supervisadas es factible y ofrece resultados funcionales comparables a la modalidad presencial (Tay et al., 2024). Los resultados señalan que las aplicaciones con retroalimentación en tiempo real, como "Fit 4 Surgery", facilitan la monitorización objetiva de parámetros como la frecuencia cardíaca y mejoran la motivación del paciente, cosa que es primordial cuando se trata principalmente de programas de prehabilitación domiciliaria, mejorando también la adherencia a estos (Tsoukalas et al., 2026). Asimismo, la literatura científica resalta que la tecnología permite una monitorización continua de síntomas, alertando precozmente a los equipos médicos ante toxicidades severas durante tratamientos neoadyuvantes (Saleh et al., 2025; Kleve et al., 2025).

3.5. Inteligencia Artificial Aplicada

Los estudios muestran que la IA permite predecir la supervivencia y la respuesta terapéutica con una precisión elevada mediante el análisis de datos masivos y biomarcadores (Susič et al., 2023; Russo et al., 2022). La evidencia científica indica que algoritmos de Machine Learning, como el Random Forest, pueden predecir la toxicidad de la quimioterapia con un 87% de precisión, permitiendo ajustes preventivos en la carga de ejercicio (Saleh et al., 2025). Las investigaciones sobre IA predictiva destacan su utilidad en el cribado proactivo de pacientes con bajos niveles de actividad física que requieren derivación urgente (Bland et al., 2026). En cuanto a la IA generativa, los estudios sobre ChatGPT-4 muestran que, aunque proporciona información educativa general de calidad, todavía carece de la especificidad necesaria en cuanto a precauciones de seguridad y dosificación exacta (Hao et al., 2026; Bland et al., 2026).

Por otro lado, sistemas como ATOPE+ tratan de recomendar dosis de ejercicio dinámicas en función de la información que reciben de diferentes dispositivos wearables y del conocimiento experto de determinados profesionales (Bland et al., 2026; Saleh et al., 2025; Hao et al., 2026). Por último, los resultados sugieren que la integración de redes neuronales para el control del entrenamiento basado en ECG individualizado optimiza la intensidad del ejercicio en tiempo real para evitar el sobreentrenamiento (Wichum et al., 2022).

Autor	Año	Población	Intervención	Tecnología	IA	Resultados
Susič et al.	2023	Pacientes con Cáncer Colorrectal	Predicción supervivencia personalizada a 1-5 años tras el diagnóstico	Base de datos MCO, codificación One Hot Encoding (OHE)	11 algoritmos (LR, RF, XGBoost, LightGBM, SVM...)	La Regresión Logística fue el mejor modelo (AUC 0.87 para 5 años). Identificó las metástasis a distancia y la recidiva como variables críticas
Wichum et al.	2022	Pacientes con cáncer avanzado en cuidados paliativos	Clasificación de la capacidad de ejercicio diaria y control de intensidad	Banda de pecho Polar H10, aplicación Android "Polar Sensor Logger", software AlfES	Redes Neuronales (NN) de tipo feedforward con optimización de hiper parámetros por búsqueda en rejilla	Clasificación precisa de la carga de trabajo basada en ECG con un F1-score de 0.95 ± 0.05
Saleh et al.	2025	Pacientes en tratamiento de quimioterapia	Ajuste preventivo de la intensidad del ejercicio basado en el riesgo de toxicidad	Fitbit Charge HR2, datos genómicos y biomarcadores clínicos	Algoritmo Random Forest entrenado con datos multimodales (actividad + genómica)	Predicción de toxicidad grado ≥2 con 87% de precisión; reducción de la incidencia de toxicidad en un 21%
Bland et al.	2026	Oncología general (Revisión narrativa)	AI en rehabilitación del cáncer	Wearables, Chatbots motivacionales, mHealth	IA Predictiva, Aprendizaje por Refuerzo, GenAI	Potencial para rehabilitación personalizada a gran escala
Tsoukalas et al.	2026	Pacientes de cirugía abdominal, pélvica y torácica	Meta-análisis de prehabilitación habilitada por tecnología	Apps móviles (Fit 4 Surgery), Realidad Virtual (VR) para relajación, pulsómetros y tablets	Análisis de curvas ROC para determinación de puntos de corte de capacidad funcional	Reducción de la estancia hospitalaria en 1.33 días. Mejora significativa en dolor, depresión y fatiga postoperatoria
Seo et al.	2026	Cáncer GI (Network Meta-analysis)	Prehab basada en ejercicio (Home vs Facility)	Dispositivos de medición funcional	N/A	Superioridad de programas supervisados en 6MWD
Gao et al.	2023	Supervivientes en protocolo de cardio-oncología	Prescripción de ejercicio de precisión para prevenir eventos cardiovasculares	Dispositivo de composición corporal InBody, test de Cooper de 12 minutos, wearables de actividad	IA Interpretable: SVM, Naive Bayes y modelos explicables mediante SHAP (SHapley Additive exPlanations)	Protocolo para un sistema que explica al médico el porqué de cada recomendación (ej. 27% por edad, 15% por dieta)
Kleve et al.	2025	Pacientes con cáncer colorrectal (estudio dHope)	Prehabilitación multimodal domiciliaria vs. hospitalaria	Tablets, báscula Tanita y plataforma digital Ledidi	Algoritmo XGBoost para inferir predicciones de riesgo específicas del paciente basadas en biomarcadores	Demuestra la factibilidad de la monitorización remota y la recolección de datos multi-ómicos (ADN/RNA) en el hogar
Gong et al.	2025	Pacientes con cáncer de esófago	Programa de prehabilitación intensiva de solo una semana	Dispositivos de carga de umbral (Threshold-loading devices) para entrenamiento inspiratorio, telemetría cardíaca	N/A	Mejora significativa de 65.6 metros en el test de marcha antes de la cirugía
Hao et al.	2026	Pacientes y cuidadores (consultas de rehabilitación)	Evaluación de la calidad de respuestas sobre ejercicio y síntomas	Plataforma ChatGPT-4 (OpenAI)	IA Generativa basada en Modelos de Lenguaje Grande (LLM)	Precisión media de 3.93/5. Útil para educación general, pero omite dosis exactas y precauciones de seguridad críticas

Russo et al.	2022	Pacientes con cáncer colorrectal metastásico	Predicción de respuesta a quimioterapia y toxicidad	Imágenes de Tomografía Computarizada (CT) con contraste, firmas de biomarcadores moleculares	Deep Learning (CNN), Delta-radiómica y algoritmos de clasificación tipo árbol	Las firmas de delta-radiómica identificaron respondedores con una precisión de hasta el 99% y no-respondedores al 100%
He et al.	2026	Pacientes de cirugía colorrectal	Meta-análisis de prehabilitación multimodal domiciliaria	App Smiling Mind, Fitbit Charge 2, diarios digitales	N/A	Incremento de 40.61 metros en el 6MWT preoperatorio, mejorando la aptitud física antes de la cirugía
Butson et al.	2024	Pacientes de cirugía oncológica mayor	Validación de tests de campo (6MWT/30STS) frente a prueba de esfuerzo oro (CPET)	Bicicleta ergométrica, analizador de gases, REDCap, EMR (Electronic Medical Record)	Análisis de curvas ROC para determinar umbrales de riesgo	Un 6MWT > 506 metros predice un umbral anaeróbico seguro (>11 mL/kg/min) con alta sensibilidad
Del Bianco et al.	2024	Pacientes de cáncer de mama, pulmón y gastrointestinal	Ejercicio físico preoperatorio supervisado	Guías educativas, videos de entrenamiento, pulsómetros	N/A	Incremento reserva funcional y VO2 peak pre-cirugía
Yang et al.	2024	Pacientes con diversos cánceres (Revisión)	Prehabilitación basada en actividad física	Wearables (Actigraph wGT3X-BT, Lifecorder, Pedometer)	N/A	Prehab altamente segura; mejoras en cardiorrespiratorio
Michael et al.	2021	Pacientes oncológicos (Meta-análisis)	Terapia de ejercicio prehabilitación	Apps móviles de seguimiento, podómetros digitales	N/A	Mejora de 58 metros en 6MWT postoperatorio
Harris & Marignol et al.	2024	Pacientes sometidos a radioterapia (Cabeza/Cuello y Recto)	Prehab multimodal (ejercicio/física)	Ergómetro de ciclo, cintas de correr, sistemas digitales	N/A	Mejora en manejo de disfagia y VO2 en umbral anaeróbico
Mu et al.	2026	Pacientes con cáncer gástrico	Prehab multimodal (1 semana)	Telemetría cardíaca, dispositivos carga respiratoria	N/A	Reducción de complicaciones; se acelera la recuperación
Tay et al.	2024	Oncología quirúrgica (revisión)	Tecnologías habilitadoras en prehabilitación domiciliaria	Virtuagym app, Zoom, videollamadas, tablets	N/A	Tecnología equivalente a intervención presencial
Hao et al.	2025	Supervivientes de cáncer	AI integrada en marco ICF	Realidad Virtual, Wearables, Telehealth	AI-health coach, Aprendizaje por Refuerzo	Transformación hacia rehabilitación inteligente
Bolshinsky et al.	2022	Cirugía colorrectal mayor	Evaluación de riesgo fisiológico	CPET (umbral anaeróbico), EMR data	N/A	AT predice complicaciones mejor que riesgo ASA
Ramizah et al.	2023	Cáncer Gastrointestinal Superior	Impacto prehab en cirugía mayor	Dinamómetro de mano (Handgrip), monitorización	N/A	Reducción de estancia (LOS) y complicaciones

Falz et al.	2022	Cáncer de Colon y Recto (Meta-análisis)	Efectos y duración de prehabilitación	Registros clínicos electrónicos	N/A	Prehab ≥3 semanas efectiva en pacientes limitados
-------------	------	---	---------------------------------------	---------------------------------	-----	---

Figura 2: *Tabla Resumen Evidencia Científica*

3.6. Síntesis de la Evidencia y Justificación del Estudio

La literatura científica analizada confirma de manera unánime que la prehabilitación basada en el ejercicio es una estrategia eficaz y segura para mejorar la capacidad funcional de los pacientes con cáncer antes de una cirugía mayor (Michael et al., 2021; Seo et al., 2026). Se ha establecido que el ejercicio optimiza la respuesta al estrés quirúrgico y reduce la estancia hospitalaria en determinados grupos (Del Bianco et al., 2024; Yang et al., 2024). No obstante, la efectividad de estos programas depende críticamente de la supervisión y la individualización de la dosis, encontrando mejores resultados en programas supervisados que en los autónomos (Seo et al., 2026). Si bien las tecnologías digitales y los wearables han facilitado el seguimiento remoto, todavía enfrentan limitaciones en cuanto a la monitorización continua y la capacidad de realizar ajustes en tiempo real (Tay et al., 2024). En este punto, la IA emerge como la herramienta capaz de automatizar esta monitorización y permitir una prescripción de alta precisión, adaptada a parámetros fisiológicos objetivos (Wichum et al., 2022; Gao et al., 2023).

En cuanto a la justificación del estudio, debe señalarse que, a pesar de los beneficios demostrados, la implementación de la prehabilitación a gran escala se enfrenta al desafío de la escasez de recursos humanos para una supervisión constante y personalizada. La dificultad de adaptar los programas diariamente según los efectos secundarios del tratamiento limita su potencial terapéutico. Por tanto, resulta fundamental investigar la integración de la IA en estos procesos.

Por último, se justifica la presente revisión en la necesidad de evaluar si la IA puede actuar como un puente tecnológico que permita una individualización dinámica y una monitorización de precisión sin sobrecargar los sistemas de salud, transformando la prehabilitación de un modelo estático y reactivo a uno inteligente, predictivo y verdaderamente centrado en el paciente, bajo la supervisión final de un profesional (Bland et al., 2026; Hao, 2025).

4. DISCUSIÓN

4.1. Importancia del Ejercicio Físico en Prehabilitación Oncológica

Como se ha observado en la mayoría de las evidencias recogidas, el ejercicio físico se ha convertido en un elemento fundamental tanto en el tratamiento de los pacientes oncológicos como en los programas de prehabilitación quirúrgica en oncología, viéndose favorecida de esta manera la capacidad funcional, cuyo aumento según las investigaciones se ha visto estrechamente relacionado con la reducción tanto de las complicaciones postoperatorias como de la estancia hospitalaria, especialmente en cirugías mayores. Se ha visto que con el ejercicio se puede aumentar esta reserva funcional, a través de la mejora de diferentes puntos, como la mejora del VO2 peak, la mejora a nivel cardiorrespiratorio o la mejora de la fuerza. La prehabilitación presenta una mayor efectividad, a la hora de reducir tanto las complicaciones postoperatorias como la estancia hospitalaria, cuando es multimodal, es decir, cuando se estructura sobre un soporte nutricional, otro psicológico y, como no, sobre el ejercicio físico, siendo siempre este el pilar central. Se trata de llegar en las mejores condiciones a la cirugía intentando minimizar lo máximo posible los riesgos a los que se enfrentan, por ello la importancia de la prehabilitación a nivel clínico cada vez es mayor.

Se ha observado que por mucho que se prescriba ejercicio físico en fase preoperatoria si este no está individualizado y adaptado a las características fisiopatológicas de cada uno, no va a tener el efecto deseado e incluso en ocasiones pueden tratarse de estímulos excesivos, debido a esto y a la gran heterogeneidad entre los pacientes oncológicos, la prehabilitación debe tratar de abogar por la individualización en todos los aspectos de la intervención.

4.2. Importancia de la Evaluación Funcional y la Individualización

Como se ha comentado anteriormente el ejercicio físico sin individualización en estos casos no se entiende, para conseguirla es muy necesaria la evaluación funcional de los pacientes sobre los que se va a intervenir. Debido a que antes de prescribir un programa de ejercicio físico es necesario saber e identificar en qué estado tanto físico como de la patología se encuentra nuestro paciente, a partir de ahí ya se puede individualizar. Hay que tener en cuenta, como recogen los distintos artículos revisados, que para la evaluación funcional de un paciente no vale con llevarla a cabo mediante cualquier tipo de prueba o test, tienen que ser pruebas que se hayan demostrado eficaces y con una alta correlación con parámetros más complejos que la simple prueba. La prueba por excelencia en la evaluación funcional de los pacientes que van a ser sometidos a un proceso de prehabilitación, es el 6-Minute Walk Test (6MWT), algunas de las razones de porque este test es tan usado en la evaluación funcional es su sencillez, su alta reproducibilidad y su gran correlación con parámetros más complejos como el consumo máximo de oxígeno, predice con mucha eficacia las complicaciones postoperatorias que pueden aparecer, así como, la mortalidad. Además, algunas de las investigaciones recogidas recomiendan, para llevar a cabo la evaluación funcional, el uso combinado de múltiples herramientas, utilizando también escalas clínicas, con la intención de obtener una evaluación integral de cada paciente antes de comenzar.

Cabe destacar como se ha visto en algunos de los estudios, que es necesario evaluar a lo largo de todo el proceso de prehabilitación para tratar de conseguir una individualización dinámica y lo más específica posible, a pesar de que conseguir una monitorización continua evaluando durante todo el proceso es algo muy complicado.

Aunque se trata de individualizar y adaptar los programas, lo máximo a cada caso, la complejidad de llevar a cabo una monitorización continua hace que la adaptación dinámica del plan a lo largo de todo el proceso sea escasa.

Por ello, aunque la prehabilitación es muy efectiva y necesaria, aún presenta margen de mejora para alcanzar un nivel óptimo de eficacia, debido a las limitaciones que presenta a la hora de llevar a cabo una monitorización continua.

Para tratar de conseguir que pase a ser un proceso dinámico de adaptación e individualización basado en la monitorización continua hay que explorar diferentes herramientas que presenten la capacidad de complementar el trabajo del profesional para llegar a ello.

4.3. Papel de la Tecnología en Prehabilitación

Las tecnologías digitales están comenzando a facilitar el proceso de prehabilitación de diferentes formas. Estas han conseguido mejorar la adherencia a los programas de prehabilitación domiciliarios a través de aplicaciones móviles como "Fit 4 Surgery" que se encarga de proporcionar feedback del entrenamiento en tiempo real, primordial en este tipo de prehabilitación desde casa. El uso de las tecnologías ha facilitado la recogida de datos para posteriormente poder individualizar de forma más precisa, a través de dispositivos wearables. Otra de las soluciones que se nos da es el seguimiento remoto de los entrenamientos gracias a la telemedicina. De esta forma, mediante diversas herramientas la incorporación de las tecnologías digitales está permitiendo mejorar el seguimiento de los pacientes, especialmente fuera del entorno hospitalario, haciendo que resulte más sencillo el proceso de individualización y seguimiento continuo de cada programa de prehabilitación.

A pesar de ello, se sigue dependiendo en exceso del profesional de la actividad física. Esta monitorización continua e individualización es más sencilla de llevar a cabo, pero sigue siendo muy complicada de desarrollar de forma dinámica, por la dependencia ya comentada, del profesional del deporte, que se presenta como una de las principales limitaciones en la incorporación de este tipo de tecnologías.

En este contexto aparece el uso de la IA para tratar de conseguir los resultados deseados en prehabilitación, tratando de evitar la excesiva dependencia del profesional del deporte.

4.4. Potencial del uso de Inteligencia Artificial en Prehabilitación

La IA aparece como una herramienta con un potencial enorme en la evolución de la prehabilitación, a diferencia de las tecnologías digitales, permite analizar grandes volúmenes de datos a tiempo real, a la vez que genera recomendaciones personalizadas, permitiendo que la prehabilitación sea un proceso dinámico y específico. Según algunas investigaciones los sistemas basados en IA pueden proporcionar retroalimentación continua y adaptar las recomendaciones en función del comportamiento del paciente y de los datos analizados, favoreciendo el cumplimiento del programa, ya que, al estar más adaptado genera una mayor adherencia, permitiendo una individualización dinámica sin tener que depender del profesional del ejercicio en todo momento, una de las grandes limitaciones que presentaba la incorporación de las tecnologías digitales. Se llega a la conclusión de que la IA facilita, sin exigir una excesiva dependencia del profesional del deporte, una individualización más específica y dinámica, siendo la personalización uno de los elementos clave en la mejora de la prehabilitación.

A pesar de su enorme potencial la incorporación en este ámbito todavía presenta importantes limitaciones que deben ser discutidas antes de considerar su implementación. Una de las principales es la aparición de sesgos algorítmicos, debido a que los sistemas de IA aprenden a partir de bases de datos, en función de la representatividad de estos se condiciona el modelo, de forma que las recomendaciones generadas pueden no ser válidas para todos los pacientes, y más en el contexto de la prehabilitación oncológica donde la heterogeneidad es muy elevada. Un algoritmo sesgado puede llevar a recomendaciones inadecuadas y poco ajustadas.

Otro riesgo asociado es la protección y la privacidad de los datos empleados por la IA, ya que necesita recopilar y analizar una gran cantidad de datos sensibles. El uso indebido o la exposición de estos puede comprometer la confidencialidad de los pacientes. Por ello, para implementar la IA en salud, es necesario garantizar mecanismos eficaces de protección de datos, consentimiento informado y que haya transparencia de cómo van a ser usados.

Debe considerarse también la falta de interpretabilidad de muchos sistemas de IA, que actúan generando recomendaciones y decisiones sin ofrecer una explicación clara del razonamiento. Esto en el ámbito de la salud es un problema considerable, es imprescindible saber qué variables han motivado una decisión y si tiene sentido clínico.

El problema de la inequidad tecnológica es otra limitación a tener en cuenta en la incorporación de estos sistemas. La incorporación de la IA requiere de el uso de ciertos dispositivos digitales, como wearables, y de un mínimo de alfabetización digital, cosa que muchos pacientes no presentan, por unos u otros motivos, como su condición socioeconómica o por una mayor edad, pudiendo quedar excluidos, creando una brecha asistencial que afecta a los pacientes en situaciones más vulnerables.

Otra gran limitación es la falta de validación prospectiva mediante estudios clínicos robustos. Todavía faltan ensayos clínicos prospectivos que demuestren de manera concluyente que su incorporación mejora significativamente los resultados funcionales de la prehabilitación. Esta falta de evidencia científica sólida nos lleva a interpretar de forma cautelosa los supuestos beneficios de la IA en este contexto.

Finalmente una de las más relevantes es el sobreajuste de la IA, que sucede cuando un modelo ofrece una alta precisión, dentro de unas condiciones y un contexto específico, cuando lo sacas de ahí pierde una gran capacidad predictiva. Esto es de gran relevancia en oncología, al ser un ámbito con gran heterogeneidad de contextos clínicos y pacientes, la generalización de las recomendaciones automatizadas se puede ver comprometida.

El desarrollo de modelos transparentes, una validación clínica rigurosa y la garantía de un acceso equitativo y ético son indispensables para una futura integración segura y efectiva de la IA.

4.5. Papel del Profesional del Ejercicio y Necesidad de Supervisión Humana en Prehabilitación

Como se ha visto en la evidencia científica recogida, a pesar de la incorporación de la IA al proceso de prehabilitación, el papel de los profesionales del ejercicio continúa siendo indispensable para asegurar un proceso seguro, efectivo y correctamente adaptado.

Cabe dejar claro que la IA en prehabilitación supone un paso adelante, permitiendo una individualización dinámica y monitorización continua de forma mucho más simple y rápida de lo que se podía hasta hoy en día, pero no hay que confundir esto con una sustitución del trabajo de los profesionales, al final la última decisión es tomada por estos, cuyo papel y supervisión en prehabilitación es esencial para evitar cualquier tipo de riesgo asociado a una falta de interpretación del contexto clínico.

4.6. Líneas Futuras de Investigación

La evidencia científica disponible se encuentra en una fase relativamente inicial, a pesar del gran interés por incorporar la IA como herramienta en los programas de prehabilitación quirúrgica. Los distintos artículos revisados demuestran resultados favorables y prometedores en su incorporación en prehabilitación, en su capacidad de permitir una monitorización continua y en una individualización mucho más específica, pero destaca la necesidad de seguir investigando para consolidar una aplicación clínica fiable y real.

Los futuros estudios deben orientarse en garantizar que su aplicación en la prehabilitación quirúrgica sea eficaz, segura, accesible y ética, que sea realmente válida para conseguir una mejora en la atención y preparación del estado físico de los pacientes. Si esto se acaba consiguiendo, la IA será consolidada como una herramienta fundamental en el futuro de la personalización en la medicina y el ejercicio terapéutico.

Dentro de estas futuras líneas de investigación se encuentra la necesidad de llevar a cabo ensayos clínicos con muestras mucho más grandes y de mayor duración para permitir evaluar la eficacia de esta en prehabilitación, así como también la necesidad de investigar el desarrollo de sistemas de IA más transparentes e interpretables. También será imprescindible continuar avanzando hacia investigaciones asociadas a aspectos éticos, sociales y legales del uso de la IA en salud, especialmente en relación a la protección de datos.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A partir de la revisión y discusión desarrolladas se llega a diferentes conclusiones acerca del potencial de la IA en este ámbito y del papel actual de la prehabilitación. La evidencia demuestra que los programas de ejercicio individualizados son capaces de mejorar la capacidad funcional, la fuerza y la estancia hospitalaria de los pacientes además de contribuir a reducir las posibles complicaciones. La literatura señala que la monitorización continua y el ajuste dinámico mediante la IA puede favorecer el seguimiento del paciente y facilitar una mayor individualización del proceso de entrenamiento. Sin embargo, aunque la IA presenta un elevado potencial la evidencia clínica actual sobre su efectividad en prehabilitación es limitada, existiendo diferentes limitaciones relacionadas con la protección de datos, sesgos algorítmicos, la interpretabilidad de los modelos, etc.

Por ello, se plantea una propuesta de intervención, basada en el diseño de un programa de prehabilitación quirúrgica individualizada para pacientes con cáncer colorrectal, apoyado especialmente en la IA actuando como herramienta complementaria de apoyo a la monitorización y al ajuste dinámico del ejercicio físico, manteniendo la validación final de los profesionales. Con la intención de ampliar la evidencia clínica actual en este contexto.

● **Nombre de la intervención:** “Programa de prehabilitación quirúrgica individualizada con monitorización continua y ajuste dinámico inteligente del ejercicio para pacientes con cáncer colorrectal”.

● **Objetivo general:** Establecer un programa de prehabilitación quirúrgica individualizada monitorizado de forma continua y ajustado dinámicamente mediante tecnologías digitales y, principalmente, IA, para optimizar la capacidad funcional preoperatoria de pacientes con cáncer colorrectal.

● **Objetivos específicos:**

- Mejorar la capacidad funcional.
- Mejorar la adherencia.
- Monitorizar la evolución diaria.
- Reducir el riesgo quirúrgico.
- Ajustar el ejercicio dinámicamente.
- Reducir la estancia hospitalaria.

● **Población diana:** 20 pacientes adultos de 45/70 años con cáncer colorrectal, que tengan una cirugía programada como pronto en 7 semanas.

● **Protocolo de Evaluación Inicial:** Se comienza por una entrevista inicial valorando variables sociodemográficas, sexo, talla, peso e imc; variables clínicas, el estadio del cáncer, si ha sido sometido previamente a radioterapia/quimioterapia, comorbilidades, tipo de medicación, si presenta antecedentes cardiovasculares; y variables subjetivas, dolor, calidad del sueño y nivel de actividad física diaria. Una vez realizada la entrevista se pasa a evaluar el estado físico de cada paciente mediante diferentes pruebas:

<i>Prueba</i>	<i>¿Qué evalúa?</i>
<i>6MWT</i>	<i>Capacidad funcional global y cardiorrespiratoria (distancia recorrida, tolerancia al esfuerzo)</i>
<i>30STS</i>	<i>Fuerza-resistencia de miembros inferiores y autonomía funcional</i>
<i>HANDGRIP</i>	<i>Fuerza muscular global y riesgo de sarcopenia</i>
<i>TUG</i>	<i>Movilidad funcional, equilibrio dinámico y coordinación (levantarse, caminar, girar)</i>
<i>RPE</i>	<i>Esfuerzo percibido</i>

● **Programa de Ejercicio:** El programa de ejercicio se desarrollará siguiendo el ampliamente utilizado modelo FITT (Frequency, Intensity, Time, Type) y tendrá una duración de 6 semanas:

FRECUENCIA: Se propone una frecuencia de 4 días semanales distribuidos según la tolerancia y disponibilidad del paciente, con 3 sesiones principales y 1 complementaria de actividad ligera en la que se trabajarán principalmente ejercicios respiratorios.

INTENSIDAD: Se trabajará sobre una intensidad moderada, individualizada a cada paciente en función de su frecuencia cardíaca de reserva y su RPE, trabajando en un rango del 45 a 60% de la frecuencia cardíaca de reserva y con un RPE de 12/13.

VOLUMEN: Cada una de las 3 sesiones principales tendrá una duración de 55 minutos, dividida en tres partes, 20 minutos de trabajo de fuerza funcional, posteriormente 30 minutos de trabajo cardiorrespiratorio y finalmente 5 minutos de trabajo respiratorio. La sesión complementaria, la 4 de la semana, será de 35 minutos, centrada únicamente en trabajo respiratorio y de equilibrio, haciendo 25 minutos de trabajo respiratorio y 10 minutos de trabajo de equilibrio funcional.

TIPO: Se trabajará con entrenamiento aeróbico, de fuerza, respiratorio y de equilibrio, los cuales se combinan, como ya hemos dicho, en las distintas sesiones. Encontrando distintos ejercicios dentro de cada uno de ellos:

- Ejercicios de fuerza: Se parte de ejercicios principales, que se irán modificando en función de cada caso, estos son los siguientes; a nivel de miembro inferior, se realizarán principalmente, sentadillas asistidas, step-ups, levantarse de la silla; a nivel de miembro superior se trabajará con los siguientes, press funcional a nivel de pectoral y hombro. Dentro de estos ejercicios de fuerza se trabajará mucho con las bandas elásticas, al ofrecer un gran abanico de posibilidades para ajustar la intensidad, y los distintos planos en los que se incide.

- Ejercicios cardiorrespiratorios/aeróbicos: Se harán dos tipos de ejercicios, trabajo en la bicicleta estática y en la cinta ergométrica, en función de cada paciente se realizará una distancia concreta a una velocidad concreta.

- Ejercicios de respiración: Se trabaja con ejercicios diafragmáticos y que inciden sobre la musculatura inspiratoria.

- Ejercicios de equilibrio: Se trabaja con ejercicios desarrollados en más de un plano de movimiento, generando disequilibrios para que el paciente trate de ajustar y mantener el patrón de movimiento correspondiente.

PROGRESIÓN: La progresión se hará en función de los resultados de las distintas variables monitorizadas. La progresión seguirá una estructura, comenzando por un aumento del volumen, pasando a un aumento de la intensidad y, por último, el cambio a ejercicios más complejos y demandantes para nuestros pacientes.

- Tecnología empleada en la Monitorización: Se llevará a cabo la monitorización continua de diversas variables mediante el uso de dispositivos wearables. Dentro de estas vamos a utilizar: frecuencia cardíaca, variabilidad de la frecuencia cardíaca, número de pasos diarios y calidad y duración del sueño.

Para ello se emplean diferentes dispositivos wearables; el "Polar H10" para monitorizar la FC y la HRV; para los pasos diarios y la calidad y duración del sueño se emplea el "Apple Watch Series 10". A todo esto, el sueño será una variable complementaria a todo lo anterior, ya que, se encuentran limitaciones de precisión en su medida mediante dispositivos wearables, no será usada como criterio principal para producir modificaciones en la carga de entrenamiento.

- Papel de la IA: Actuará recomendando un ajuste dinámico de la prescripción de ejercicio físico, en función de los datos obtenidos de las diferentes variables monitorizadas, recomendando aumentar la carga progresivamente, mantenerla, reducirla temporalmente o introducir un día de recuperación activa. También actuará para tratar de detectar la aparición de la fatiga de forma precoz, mediante el análisis de estas variables de forma combinada, siendo su función principal el ajuste dinámico del programa de ejercicio.

- Supervisión Profesional: Se desarrolla mediante un modelo interdisciplinar, con el trabajo conjunto de tres tipos de profesionales, profesionales en CAFD, fisioterapeutas y oncólogos, interviniendo y validando, cada uno de ellos, en determinadas partes del programa. El oncólogo será el máximo responsable clínico, es el responsable de validar la seguridad clínica global del programa y de intervenir ante la aparición de posibles signos de deterioro médico. Por otro lado, el fisioterapeuta se encarga de supervisar la seguridad biomecánica de los ejercicios y posibles limitaciones funcionales del paciente encargándose, en caso de la aparición de alguna de estas, de validar las adaptaciones propuestas. Por último, el profesional en CAFD será el más presente en todo

el proceso, el principal responsable de validar tanto la decisión de progresar el programa como los ajustes de carga de este. De este modo, la IA actúa como una herramienta de apoyo a todo el proceso y a estos profesionales, manteniendo el control final del programa bajo la supervisión de los profesionales especializados.

<i>Profesional</i>	<i>¿Qué supervisa?</i>	<i>¿Qué valida?</i>
<i>Profesional de CAFD</i>	<i>FC, HRV, pasos diarios, rendimiento funcional del paciente</i>	<i>Ajuste de la carga de entrenamiento y progresión del programa</i>
<i>Fisioterapeuta</i>	<i>Seguridad biomecánica, si aparece dolor o ciertas limitaciones de movimiento</i>	<i>Adaptaciones propuestas para combatir dichas limitaciones</i>
<i>Oncólogo</i>	<i>Estado clínico general del paciente, tolerancia médica</i>	<i>Continuidad del programa o suspensión de este</i>

● **Resultados esperados:** Se prevé una mejora de la capacidad funcional y del estado físico general de los pacientes sometidos al programa de prehabilitación.

En primer lugar se espera obtener un incremento mínimo de 30-40 m en la distancia recorrida en el 6MWT, ya que, es la mínima mejora que se considera clínicamente relevante, para que la capacidad cardiorrespiratoria se haya visto realmente optimizada. Asimismo, se espera una mejora de la fuerza funcional, esperando un incremento mínimo de 2 repeticiones en el 30STS, indicando así una mejora significativa de la fuerza, principalmente a nivel de miembro inferior, y una mejora mínima de 2kg de la fuerza de prensión manual (HAND GRIP) que es un indicador de la fuerza funcional a nivel más global.

Por otro lado, se espera una reducción de las complicaciones postoperatorias, valoradas mediante el registro de la incidencia y gravedad de los eventos adversos aparecidos tras la cirugía, en comparación con pacientes que no han recibido esta intervención.

Por último, como consecuencia indirecta de la reducción de complicaciones, del aumento previo de la capacidad funcional, la fuerza y la reserva fisiológica que se prevén durante el programa de prehabilitación, se espera una reducción en la estancia hospitalaria de unos 2 días de ingreso.

Estas mejoras se relacionan con una mayor autonomía funcional, menor fragilidad y mejor capacidad para afrontar la recuperación.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bland, K. A., Catalá-Vilaplana, I., Nunez, J.-J., Capozzi, L. C., y Campbell, K. L. (2026). Artificial Intelligence Meets Cancer Rehabilitation: Emerging Evidence for Exercise and Physical Activity Interventions. *Cancer Control*, 33, 1–12. <https://doi.org/10.1177/10732748261432280>

Bolshinsky, V., Ismail, H., Li, M., Basto, J., Schier, R., Hagemeyer, A., Ho, K.-M., Heriot, A., y Riedel, B. (2022). Clinical covariates that improve surgical risk prediction and guide targeted prehabilitation: an exploratory, retrospective cohort study of major colorectal cancer surgery patients evaluated with preoperative cardiopulmonary exercise testing. *Perioperative Medicine*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13741-022-00246-3>

- Butson, G., Edbrooke, L., Riedel, B., Ismail, H., Traer, E., Tyson, E., Ahmed, R., Herriot, A., He, M., Leung, D., Wollner, E., Sui, A., Karabiyik, Y., Dehm, T., Crowe, J., Kotowicz, E., Bruns, E., y Hall, T. (2024). Exercise capacity prior to major cancer surgery: A cross-sectional study. *Asia-Pacific Journal of Clinical Oncology*, 20(4), 497-506. <https://doi.org/10.1111/aico.14069>
- Del Bianco, N., Borsati, A., Toniolo, L., Ciurnielli, C., Belluomini, L., Insolda, J., Sposito, M., Milella, M., Schena, F., Pilotto, S., y Avancini, A. (2024). What is the role of physical exercise in the era of cancer prehabilitation? A systematic review. *Critical Reviews in Oncology / Hematology*, 198, 104350. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2024.104350>
- Falz, R., Bischoff, C., Thieme, R., Lässig, J., Mehdorn, M., Stelzner, S., Busse, M., y Gockel, I. (2022). Effects and duration of exercise-based prehabilitation in surgical therapy of colon and rectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 148(9), 2187–2213. <https://doi.org/10.1007/s00432-022-04088-w>
- Gao, T., Ren, H., He, S., Liang, D., Xu, Y., Chen, K., Wang, Y., Zhu, Y., Dong, H., Xu, Z., Chen, W., Cheng, W., Jing, F., y Tao, X. (2023). Development of an interpretable machine learning-based intelligent system of exercise prescription for cardio-oncology preventive care: A study protocol. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 1091885. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.1091885>
- Gong, C., Feng, B., Wang, H., Chen, S., Peng, J., y Wang, Y. (2025). One-week exercise prehabilitation on functional capacity in patients with esophageal cancer undergoing surgery: a pilot study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, 223. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01276-2>
- Hao, J. (2025). Harnessing artificial intelligence for cancer rehabilitation: A call to action. *Supportive Care in Cancer*, 33, 961n. <https://doi.org/10.1007/s00520-025-10047-1>
- Hao, J., Yao, Z., Fan, P., Andréas, R., y Wu, K. (2026). Artificial intelligence in cancer survivorship: evaluating ChatGPT's performance in rehabilitation-related queries. *Supportive Care in Cancer*, 34, 439. <https://doi.org/10.1007/s00520-026-10681-3>
- Harris, E., y Marignol, L. (2024). Prehabilitation in Radiation Therapy: A Scoping Review. *Clinical Oncology*, 36(4), 254-264. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2024.02.002>
- He, Y. H., Zhang, X. Y., y SLG. (2026). Effects of home-based multimodal prehabilitation on colorectal cancer patients prior to surgery: a systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 34, 10535. <https://doi.org/10.1007/s00520-026-10535-y>
- Kleve, G., Santa, C. D., Kristiansen, F., Tegnander, M., Buch, V., Hagemann, C. S., Helgheim, M., Engene, P., Pesonen, H., Cleveland, M. K., Hverven, G. L., Nilsen, T. S., Vervaart, M. A. M., Aanesen, H., Uglane, K. T., Bjelland, M., Zory, R., Chorin, F., Cardot-Ruffino, V., ... y Ougland, R. (2025). Digital home-based multimodal prehabilitation of colorectal cancer patients prior to surgery (the dHOPE study): a non-inferiority clinical trial protocol. *Frontiers in Digital Health*, 7, 1609678. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1609678>
- MedlinePlus. (2025). *Cáncer colorrectal*. Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000262.htm>
- Michael, C. M., Lehrer, E. J., Schmitz, K. H., y Zaorsky, N. G. (2021). Prehabilitation exercise therapy for cancer: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Medicine*, 10(13), 4195–4205. <https://doi.org/10.1002/cam4.4021>
- Mu, G.-C., Tu, Y.-H., Xie, H.-L., Liu, S.-Y., Jia, K., He, M.-Y., Chen, Y.-Y., y Chen, J.-Q. (2026). Multimodal prehabilitation enhances perioperative outcomes in gastric cancer patients: a single-center randomized controlled trial. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1676180. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1676180>
- Ramizah, M. S., Tee, S. C., Muhammad, S. J., Abdul, A. H., Shahabuddin, N. H., y Saiyidah Adila, A. (2023). The impact of prehabilitation in upper Gastrointestinal cancer underwent major surgery.

Russo, V., Lallo, E., Munnia, A., Spedicato, M., Messerini, L., D'Aurizio, R., Ceroni, E. G., Brunelli, G., Galvano, A., Russo, A., Landini, I., Nobili, S., Ceppi, M., Bruzzzone, M., Cianchi, F., Staderini, F., Roselli, M., Riondino, S., Ferroni, P., ... y Peluso, M. (2022). Artificial Intelligence Predictive Models of Response to Cytotoxic Chemotherapy Alone or Combined to Targeted Therapy for Metastatic Colorectal Cancer Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 14(16), 4012. <https://doi.org/10.3390/cancers14164012>

Saleh, A. Y., Shareef, A., Bishoyi, A. K., Jyothi, S. R., Panigrahi, R., Pargaien, A., Garg, G., Hafizova, M., Sameer, H. N., Yaseen, A., Athab, Z. H., y Adil, M. (2025). Personalized exercise programs in oncology. *Oncology Reviews*, 19, 1645505. <https://doi.org/10.3389/or.2025.1645505>

Seo, M., Cho, S., Kim, E., In, J., Lee, J., Lee, J., Park, J., y Min, J.-S. (2026). Effects of Exercise-Based Prehabilitation on Functional Capacity in Gastrointestinal Cancer Surgery: A Network Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 15(3), 1274. <https://doi.org/10.3390/jcm15031274>

Susič, D., Syed-Abdul, S., Dovgan, E., Jonnagaddala, J., y Gradišek, A. (2023). Artificial intelligence based personalized predictive survival among colorectal cancer patients. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 231, 107435. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107435>

Tay, S. S., Zhang, F., y Neo, E. J. R. (2024). The use of technology in cancer prehabilitation: a systematic review. *Frontiers in Oncology*, 14, 1321493. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1321493>

Tsoukalas, T. R., Bai, Z., Jeon, C., Huynh, R., Gu, E., Alexander, K., Beckenkamp, P. R., Boscolo, A., Brown, K., Butow, P., Carey, S., Chen, F., Cummins, M., Dhillon, H. M., Dragoje, V., Gorman, K., Halpin, M., Haynes, A., Juraskova, I., ... y Steffens, D. (2026). Technology-Enabled (P)rehabilitation for Patients Undergoing Cancer Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 18(2), 296. <https://doi.org/10.3390/cancers18020296>

Wichum, F., De Lazzari, N., Götte, M., David, C., Wiede, C., Seidl, K., y Tewes, M. (2022). Development of an AI-supported exercise therapy for advanced cancer patients. *Current Directions in Biomedical Engineering*, 8(2), 177-180. <https://doi.org/10.1515/cdbme-2022-1044>

Yang, L., Azam, A., y Friedenreich, C. M. (2024). Physical activity for cancer prehabilitation: A scoping review. *Critical Reviews in Oncology / Hematology*, 196, 104319. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2024.104319>

7. DECLARACIÓN DEL USO DE IA

Para la elaboración final de este TFG se ha hecho uso de la inteligencia artificial en labores de revisión lingüística, reorganización textual y mejora de la redacción del documento final. El uso de herramientas de IA se ha llevado a cabo como apoyo complementario en la mejora de la claridad, cohesión y expresión escrita del documento final, manteniendo en todo momento el criterio académico y científico propio.