



Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Fisiología Médica y Biofísica

Grado en CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Trabajo Fin de Grado. Proyecto de investigación:

**“PROPUESTA DE ENTRENAMIENTO PARA PALIAR LAS
CONSECUENCIAS DEL TRATAMIENTO ANTE
DIFERENTES TIPOS DE CÁNCER. CÁNCER DE PULMÓN,
CÁNCER DE MAMA Y LEUCEMIA INFANTIL”.**

Autor: Luis Holgado Villena

Tutor: Fernando Calvo Baltanás

AGRADECIMIENTOS

Con este proyecto pongo punto y final a mi etapa como estudiante del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Primero, quiero dar las gracias a mis padres, mi hermano y mis dos hermanas. Papá y mamá, sois mi principal apoyo y vuestro ejemplo guía siempre mi camino. Joaqui, Ale y Macarena, vosotros me motiváis a construir cada día una mejor versión de mí mismo.

Ana, tú también has sido mi motor cuando me han faltado las fuerzas. Has sabido escucharme y darme el cariño que uno necesita en los malos momentos.

A mis compañeros y en especial a vosotros, Jorge, Laura y Antonio, habéis sido la compañía perfecta en este camino.

Por supuesto, quiero mostrar mi agradecimiento a Fernando, mi tutor durante este Trabajo de Fin de Grado, por haberme prestado su ayuda cada vez que la he necesitado.

Por último, no puedo olvidarme del resto de mi familia y mis amigos, sin vosotros nada sería lo mismo.

Soy un tipo afortunado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	4
1. Introducción	5
2. Objetivos	12
3. Metodología	13
4. Resultados.....	14
4.1. Programas de entrenamiento	14
4.1.1. Proceso a seguir y condicionantes a la hora de confeccionar un programa de entrenamiento individualizado para el paciente oncológico	14
4.1.2. Confección del programa de entrenamiento para el paciente oncológico..	19
4.2. Particularidades a la hora de prescribir ejercicio para diferentes tipos de tumor.....	25
4.2.1. Cáncer de mama.....	25
4.2.2. Cáncer de pulmón	26
4.2.3. Leucemia infantil.....	27
4.3. Propuesta de entrenamiento	28
5. Discusión	28
6. Conclusiones	29
7. Bibliografía	30
8. Anexos	41
8.1. Anexo 1	41
8.2. Anexo 2	41
8.3. Anexo 3	42
8.4. Anexo 4	42
8.5. Anexo 5	43

RESUMEN

En este proyecto hemos llevado a cabo una revisión de las principales guías sobre ejercicio para el paciente oncológico, tratando de definir el proceso de creación de un programa de entrenamiento para estos pacientes. En concreto, hemos centrado esta revisión para casos que afectan a un amplio espectro de la población como son el cáncer de mama, cáncer de pulmón o la leucemia infantil. Además, hemos desarrollado una propuesta de entrenamiento consistente en un microciclo de sesiones enfocadas a la mejora de la calidad de vida y la funcionalidad del enfermo de cáncer que respeta tanto la dosis mínima de ejercicio marcada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como las pautas definidas por las principales guías sobre ejercicio físico y cáncer. Se ha llegado a la conclusión de que el ejercicio juega un papel muy importante como tratamiento coadyuvante contra el cáncer y que además ayuda a paliar consecuencias secundarias de las terapias farmacológicas actuales y de la necesidad de que los profesionales del ejercicio evalúen e individualicen a la hora de componer un programa de ejercicio físico para el paciente oncológico.

ABSTRACT

In this project, we have reviewed the main guidelines on exercise specifically designed for oncologic patients, trying to develop a personalized training program for oncologic patients. In particular, we have paid special interest to the aspects we should consider when facing cases of breast cancer, lung cancer or childhood leukemia. Then, a training microcycle has been proposed to improve quality of life and functionality of the oncological patient. This proposal respects the minimum dose of exercise set by the World Health Organization and the patterns marked by the main guidelines on physical exercise and cancer. We reinforce the role of exercise on cancer treatment (particularly for the secondary effects of current therapeutic approaches) and the need to evaluate and individualize when an exercise professional designs a physical exercise program for the oncological patient.

Palabras clave / keywords:

Ejercicio físico, cáncer, pautas, cáncer de mama, cáncer de pulmón, leucemia infantil.

Physical exercise, cancer, guidelines, breast cancer, lung cancer, childhood leukemia.

1. Introducción

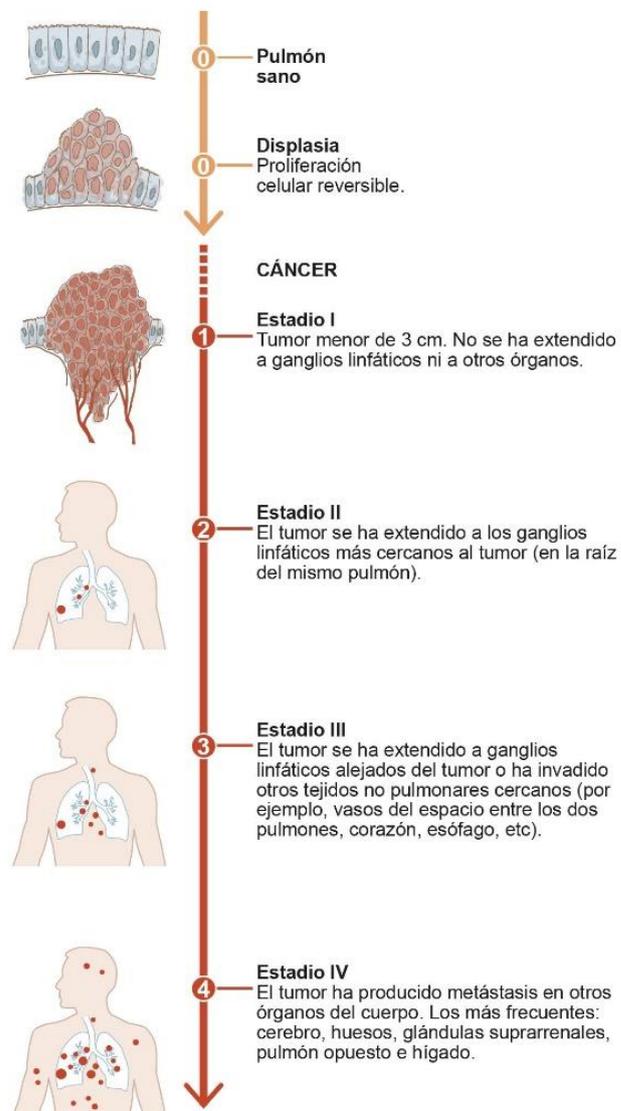
De acuerdo a la definición que hace el “*National Cancer Institute*” (NCI), el cáncer es una patología que provoca un crecimiento celular descontrolado, formándose aquello que denominamos como tumor canceroso. Los tumores están compuestos por células que pueden llegar a invadir tejidos adyacentes dificultando su funcionamiento y causando una sintomatología muy diversa que puede variar en función de la región donde se desarrolle.

El problema aparece cuando nuestro sistema inmunitario no es capaz de destruir este tipo de estructuras en fases iniciales del desarrollo tumoral. Entonces, el tumor comienza a crecer de forma cada vez más acelerada, modificando los sistemas de control metabólico para que lo abastezcan de los recursos que necesita para seguir expandiéndose. El crecimiento tumoral puede comprender varias fases. Por ejemplo, en el caso de un tumor primario en el pulmón se pueden dar distintas fases o estadios (Akram et al., 2017; Inamura, 2018; Vinod & Hau, 2020), como se indica en la (Figura 1):

- Estadio 0. Comprende las etapas de hiperplasia y displasia, en las cuales puede comenzar a apreciarse un crecimiento celular anormal que no tiene por qué ser de tipo canceroso.
- Estadio 1. En esta fase se confirma la presencia de un tumor canceroso, pero es de pequeño tamaño y se mantiene muy localizado.
- Estadio 2. El tumor comienza a expandirse ocupando gran parte del órgano o tejido donde comenzó a desarrollarse, pero no invade tejidos adyacentes.
- Estadio 3. Entramos en una fase en la que el cáncer ya ha invadido tejidos cercanos pertenecientes a otros órganos. La primera fase de tratamiento no ha frenado el desarrollo del tumor.
- Estadio 4 . Se alcanza un grado de desarrollo tal, que se generan nuevos tumores en zonas alejadas del tumor primario. En esta etapa la enfermedad pasa a considerarse incurable y los tratamientos se enfocan en prolongar la vida del paciente en cuestión.

Figura 1: Infografía sobre las fases de desarrollo de un tumor canceroso. Elaborado por la Clínica Universidad de Navarra. <https://www.cun.es/material-audiovisual/infografia/fases-estadios-cancer-pulmon>

FASES DEL CÁNCER DE PULMÓN



cm: centímetros

Contra el avance del cáncer la medicina propone diferentes y numerosos tratamientos. Entre otras, las más aplicadas son la radioterapia y la quimioterapia. La primera consiste en la aplicación de radiación iónica sobre las células cancerosas de manera que a su paso a través del tumor, provoquen la muerte de las células tumorales (Baskar et al., 2012). Por su parte, la quimioterapia consiste en la administración de un conjunto de fármacos de forma oral o intravenosa con el fin de limitar e incluso remitir el crecimiento del tumor (Nygren, 2001). También es muy frecuente el uso de la cirugía para tratar de extirpar aquellos tumores que lo permiten. De hecho, en cánceres como el de pulmón, es la terapia más efectiva (Hassan Lemjabbar-Alaouia et al., 2017). Por último, según el NCI, otros tratamientos como la

inmunoterapia, las terapias dirigidas (“targeted drug therapies”), terapia hormonal, hipertermia, terapia fotodinámica y el trasplante de células madre se están comenzando a aplicar cada vez más frecuentemente.

Sin embargo, a pesar de los avances que se han producido en los últimos años gracias a la investigación científica, los efectos secundarios que causan algunos de los tratamientos ya descritos son muy severos y duraderos. Como se puede apreciar en el artículo de (Gegechkori et al., 2017) entre las consecuencias más destacadas de la enfermedad y sus tratamientos podríamos hablar de:

- **Cardiotoxicidad y arritmias**

En primer lugar, se ha visto que la exposición a la quimioterapia o la radioterapia puede provocar daños sobre el tejido del miocardio o perjudicar la función del sistema cardiorrespiratorio. Por ello, es muy habitual que los pacientes que sobreviven al proceso tumoral desarrollen patologías de tipo cardíaco secundarias debidas al tratamiento (Herrmann, 2020). De hecho, una de las causas de muerte más usuales para los supervivientes, aparte de las recaídas, son este tipo de afecciones (Miller et al., 2019). Entre otras, las patologías cardíacas que suelen desarrollarse con mayor frecuencia son: disfunción del ventrículo izquierdo, fallo cardíaco, hipertensión, isquemias, arritmias y retrasos en el intervalo Q-T (Curigliano et al., 2016).

- **Fatiga**

La fatiga generalizada es un fenómeno que afecta a la mayor parte de las personas que sufren cáncer, concretamente entre un 70% y un 100%, y muchos pacientes hablan de ella como la peor consecuencia de todas por su impacto en la calidad de vida (Mock, 2001). Además, es muy frecuente que se prolongue mucho después de haber superado la erradicación del tumor. De hecho, estudios como el de (J. M. Jones et al., 2016) afirman que 1 de cada 3 personas sufren este fenómeno hasta 6 años después de haber pasado por el proceso. Según (Cramp & Byron-Daniel, 2012) la fatiga relacionada con el cáncer es una experiencia de carácter multifactorial que podría estar provocada por el efecto del tumor y del tratamiento, patologías desarrolladas de manera paralela (anemia, hipotiroidismo, etc.), problemas de sueño y problemas psicológicos. Sin embargo, otros autores afirman que la causa clave es el aumento de la presencia de citoquinas proinflamatorias provocado por el propio tumor, la quimioterapia y la radioterapia, factor al que nuestro sistema nervioso central responde generando síntomas de cansancio y debilidad (Bower, 2014).

- **Neuropatías**

La respuesta proinflamatoria que se genera a causa de los tratamientos anticáncer actuales, en especial la quimioterapia, puede generar daños en el tejido nervioso (Starobova & Vetter, 2017). Este hecho suele traducirse en la aparición de neuropatías que causan un dolor residual que se agudiza en determinados momentos del día o disfunciones a nivel sensitivo (hiposensibilidad, hipersensibilidad, parestesia, etc.) (Portenoy & Ahmed, 2018). Esta afectación del sistema nervioso periférico puede provocar un aumento del riesgo de caídas y lesiones relacionadas con ellas. Contra ello, se suelen prescribir tratamientos de carácter farmacológico. Sin embargo, se ha visto que estos fármacos solo solucionan el problema de manera parcial provocando que los dolores vuelvan a aparecer y se cronifiquen con todo lo que ello supone (Fallon & Colvin, 2013).

- **Disfunción cognitiva**

Más de un 50% de los pacientes que sufren algún tipo de cáncer reportan problemas de carácter cognitivo, ya sea por los efectos a nivel psicológico o por las disfunciones que pueden producirse a nivel de sistema nervioso (disminución de la neurogénesis, incrementos en la producción de citoquinas cerebrales, inhibición de potenciales de acción, etc.) (Ahles et al., 2012). Entre otros, pueden darse casos de pérdidas de memoria, déficit de atención, menor velocidad de procesamiento... (Lange et al., 2019). Es muy importante comprender que en la aparición de este tipo de afecciones tienen un peso muy significativo los factores de tipo psicológico y sociodemográficos. De hecho, numerosos estudios han demostrado asociaciones entre este tipo de disfunciones y fenómenos como la falta de motivación generalizada, la ansiedad o la depresión (Libert et al., 2017).

- **Consecuencias a nivel muscular y óseo**

Otra de las consecuencias no deseadas de los tratamientos anticáncer suele ser la pérdida de masa muscular, por la aparición de patologías como la sarcopenia o la caquexia, y la reducción de la densidad mineral ósea (Peterson & Mozer, 2017; Sobecki et al., 2021). Trabajos como el de (Davis & Panikkar, 2019) aseguran que la quimioterapia y las terapias dirigidas (“targeted drug therapies”) pueden provocar una respuesta catabólica por parte de nuestro organismo, generando un descenso en la síntesis de proteínas que deriva en disfunciones en la capacidad contráctil y aumento del estrés oxidativo. Además, sabemos que la terapia endocrina adyuvante, la quimioterapia y la radioterapia generan en mujeres con cáncer de mama, alteraciones menstruales de carácter hormonal

que, junto a la toxicidad derivada del uso de los fármacos que se administran, dificultan los procesos de desarrollo, maduración y mantenimiento del sistema óseo y aumentan el riesgo de fracturas (Handforth et al., 2018; Waqas et al., 2021).

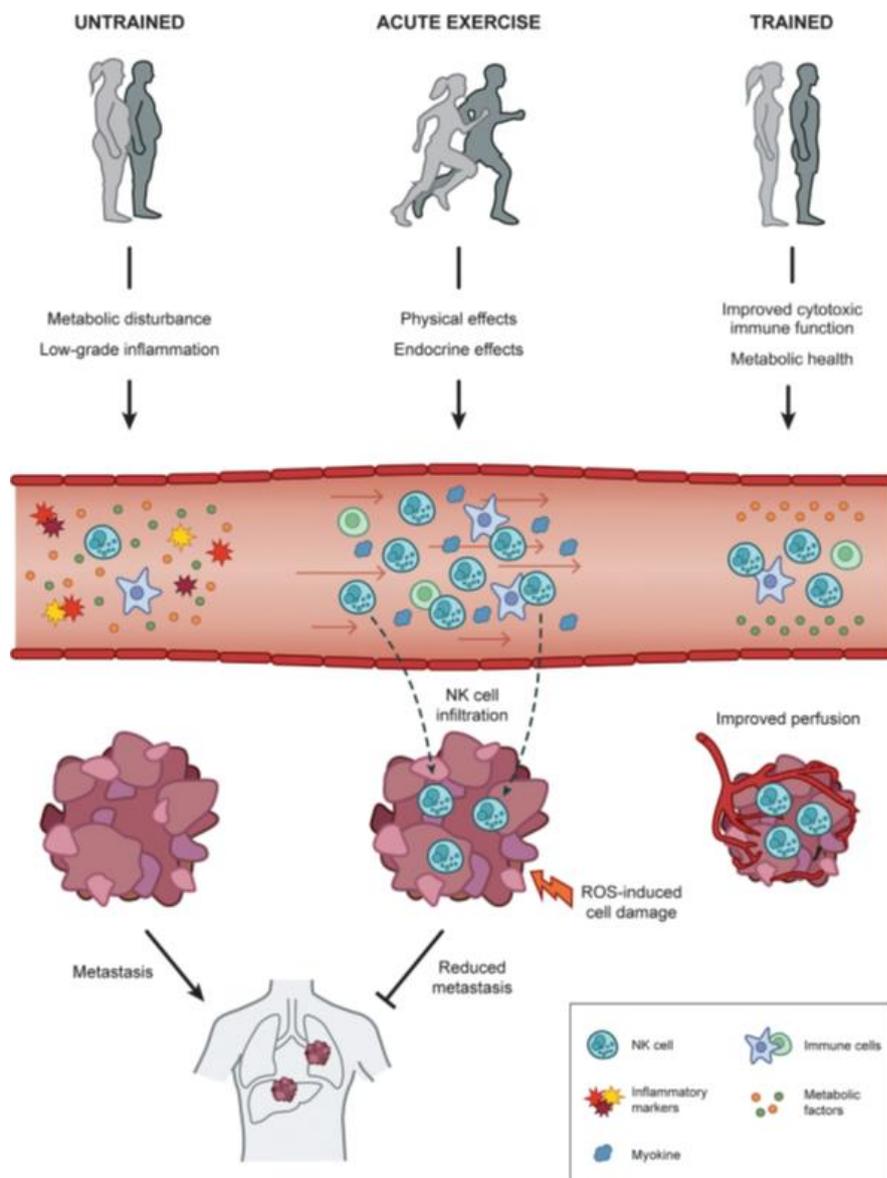
- **Aumento de las conductas sedentarias.**

Es muy frecuente que durante los periodos de tratamiento y supervivencia, las personas que sufren cáncer reduzcan la cantidad de actividad física que realizan con el consecuente desarrollo de los efectos negativos del proceso (sobrepeso y obesidad, fatiga, menor tolerancia a los esfuerzos, sarcopenia...) (Dieli-Conwright et al., 2018). Esto puede provocar la adquisición de un estado de inactividad física generalizado que potencia la sensación de fatiga, el riesgo de recaída (por un aumento de la inflamación sistémica y la resistencia a la insulina) y la aparición de comorbilidades (L. W. Jones et al., 2009; Kyu et al., 2016).

Como ya hemos mencionado, muchos de estos efectos secundarios pueden mantener su presencia de manera continuada una vez superada la enfermedad (Gegechkori et al., 2017). Además, es muy normal que con los años, por el continuo envejecimiento de la población y los avances a nivel científico, la prevalencia del cáncer y la gente que sobrevive a él sea cada vez mayor, con lo cual, se deben desarrollar estrategias que aseguren la eliminación, o al menos la atenuación, de los efectos secundarios de larga duración para mejorar la calidad de vida de los supervivientes (Miller et al., 2019). En este sentido, se ha visto que la práctica de ejercicio físico puede tener consecuencias muy positivas para estas personas durante el transcurso de la enfermedad y a posteriori (Idorn & thor Straten, 2017).

Por un lado, estudios recientes han demostrado que el ejercicio físico puede reducir la incidencia del tumor y su ratio de crecimiento, ya que aumenta la perfusión sanguínea sobre el cáncer y el suministro de oxígeno, genera un mayor estrés intratumoral causando daño celular y aumentando la movilización de células NK (*Natural Killer*; que eliminan las células tumorales) y su capacidad de infiltración en el tumor a través de un aumento de la secreción de epinefrina (Hojman et al., 2017; Pedersen et al., 2016) (figura 2). Además, el ejercicio físico genera adaptaciones que pueden reducir la capacidad metastásica del cáncer, mejorar la función inmune y la salud metabólica y minimizar la inflamación sistémica (Hojman et al., 2017).

Figura 2: Representación del mecanismo fisiológico por el cual el ejercicio combate al cáncer. Extraído de (Hojman et al., 2017).



(ROS): Reactive oxygen species. Especies Reactivas de Oxígeno.

Por otra parte, es muy destacable la capacidad del ejercicio para reducir el impacto de las consecuencias de los tratamientos anticáncer. A continuación, detallaremos los beneficios del ejercicio sobre los efectos secundarios que causan la propia enfermedad y su tratamiento:

- **A nivel cardiorrespiratorio**

En primer lugar, sabemos que el ejercicio genera adaptaciones positivas que pueden mitigar los efectos de los tratamientos sobre el tejido cardíaco además de mejorar la función del sistema cardiorrespiratorio (Avancini et al., 2020). De hecho, numerosos estudios como por ejemplo los de (Messaggi-Sartor et al., 2019) o (Cavalheri et al., 2019), describen aumentos en el pico de consumo de oxígeno (VO_{2peak}) tras llevar a

cabo un programa de entrenamiento de la fuerza y la resistencia, factor que se constituye como un buen indicador del estado de forma a nivel cardiorrespiratorio.

- **Sobre la fatiga relacionada con el cáncer (“cancer-related fatigue”)**

En relación con la fatiga vinculada al cáncer, se ha visto que el ejercicio es capaz de mejorar la capacidad funcional, reduciendo el índice de esfuerzo percibido para cualquier estímulo dado (ya sea en forma de ejercicio o actividades de la vida cotidiana) (Cramp & Byron-Daniel, 2012). Además, su capacidad para optimizar nuestro metabolismo energético y mejorar la salud del sistema cardiorrespiratorio (aumento del tamaño mitocondrial, del tamaño y volumen ventricular, volumen sanguíneo...) llevan a una mejora notable en este tipo de sintomatología (L. W. Jones et al., 2009).

- **En cuanto al tratamiento de posibles neuropatías**

En lo que refiere a este tipo de patologías, se ha comprobado que diferentes protocolos de entrenamiento han sido capaces de reducir o al menos detener el aumento de la sintomatología neuropática respecto a los grupos de control que mantuvieron conductas más sedentarias (Duregon et al., 2018; Zimmer et al., 2018).

- **A nivel cognitivo.**

En este caso, se ha propuesto como mecanismo del efecto positivo que la realización de ejercicio físico genera una respuesta antiinflamatoria sistémica, reduce el estrés oxidativo, mejora el flujo sanguíneo cerebral y aumenta la neurogénesis en el hipocampo (Campbell et al., 2020; Zimmer et al., 2016). Por otra parte, se ha constatado que habilidades cognitivas como la atención, la memoria y la flexibilidad cognitiva se vean mejoradas de forma aguda tras una sesión de ejercicio (Chang et al., 2012).

- **Sobre las consecuencias a nivel óseo y muscular.**

Aún a día de hoy, es frecuente por parte de las autoridades sanitarias, la recomendación de mantener reposo en casos de paciente oncológico. Sin embargo, se ha visto que en aquellos casos en los que sea seguro, el ejercicio físico va a contrarrestar esos procesos de pérdida de masa muscular (sarcopenia), con todos los beneficios que esto conlleva a nivel de funcionalidad, salud metabólica y calidad de vida (Dieli-Conwright et al., 2018). Por otra parte, sabemos que el ejercicio puede prevenir la pérdida de densidad mineral ósea y reducir el riesgo de caídas gracias a la capacidad de mejorar la composición corporal, la fuerza y la función cognitiva (Bressi et al., 2021).

No obstante, a pesar de los efectos positivos y la seguridad que ha mostrado la realización de ejercicio físico durante la enfermedad y a posteriori, éste debe ser pautado y organizado por un

profesional que entienda qué tipo de adaptaciones se generan con la práctica física y personalice cada tipo de entrenamiento, teniendo en cuenta parámetros como la edad, el sexo, tipo de cáncer, patologías asociadas...En concreto, deben estar familiarizados con las diferentes terapias de tratamiento contra el cáncer para entender la sintomatología que las rodea y su impacto en la tolerancia al ejercicio (Campbell et al., 2019). Es de vital importancia valorar aspectos como la localización o tipología del tumor, el estadio en el que se encuentra y las posibles comorbilidades que pueda sufrir el paciente para establecer las bases del proceso de entrenamiento y poder afrontarlo con la garantía de que se lleve a cabo (Hayes et al., 2019). El estado de forma previo al comienzo del programa de entrenamiento será el factor que marcará la definición de las variables del entrenamiento (volumen, intensidad, densidad, tipología de ejercicios...), siempre de manera coherente e individualizada (Stout et al., 2017).

A pesar de todos los beneficios ya comentados, uno de los principales problemas a la hora de pautar un determinado ejercicio en este tipo de casos es la dificultad para crear adherencia a los programas de entrenamiento (Ormel et al., 2018). Muchas personas no entienden los mecanismos por los que el ejercicio puede servir como tratamiento coadyuvante, lo que genera una baja confianza en su efecto terapéutico (Hirschey et al., 2017). Además, como ya hemos comentado, los tratamientos anticáncer generan una serie de efectos secundarios que disminuyen la tolerancia al ejercicio (Gegechkori et al., 2017; L. W. Jones et al., 2009). Por ello, es necesario conformar programas de ejercicio utilizando estrategias que nos ayuden a provocar un cambio de conducta en los pacientes. Por ejemplo, se ha visto que realizar de manera frecuente entrevistas de carácter motivacional ayuda a que los pacientes continúen de manera ininterrumpida la realización de ejercicio físico (Pudkasam et al., 2018).

Una vez comentadas las bases que apoyan la realización de ejercicio físico dirigido como estrategia coadyuvante de las terapias farmacológicas en el tratamiento del cáncer, podemos confirmar que su uso se basa en la evidencia científica (Hojman et al., 2017; Stout et al., 2017).

2. Objetivos

Por todo lo comentado, nuestro objetivo es llevar a cabo una revisión de las principales guías sobre ejercicio para desarrollar una propuesta de entrenamiento para pacientes con cáncer, de cara a extraer conclusiones sobre el proceso que conlleva la creación de un programa de entrenamiento para la población oncológica. En concreto, expondremos qué aspectos debemos tener en cuenta cuando nos enfrentamos a tres tipos (de los más comunes) de tumores (cáncer

de mama, de pulmón y leucemia infantil) que, por su nivel de incidencia, ocurren con mayor frecuencia en sectores de población bien diferenciados (mujeres, hombres y niños, respectivamente) (Siegel et al., 2021), ya que éste es un factor que condiciona en gran medida cómo fijar las variables de entrenamiento. Seguidamente, expondremos una propuesta de microciclo de entrenamiento que sirva como modelo para la creación de estructuras de entrenamiento mayores.

3. Metodología

Para llevar a cabo este trabajo, se ha realizado una revisión bibliográfica empleando exclusivamente fuentes bibliográficas de carácter científico sobre ejercicio y cáncer. Por una parte, nos hemos centrado en la búsqueda de artículos relacionados con aspectos metodológicos del entrenamiento en pacientes de cáncer, prestando especial atención a aquellos aspectos que se deben tener en cuenta de forma más específica para la prescripción de ejercicio ante el cáncer de mama, el cáncer de pulmón y la leucemia infantil. Tras un proceso de selección y filtración de la información relevante para poder fundamentar nuestro proyecto se ha llevado a cabo una propuesta de entrenamiento cuyos aspectos metodológicos se desarrollarán a continuación.

De cara a obtener información fiable y de carácter científico nos hemos apoyado en la base de datos “Pubmed”, en el Instituto Nacional del Cáncer (“NCI, National Cancer Institute”), en la Asociación Americana de Oncología Clínica (“ASCO, American Society of Clinical Oncology”) y el Instituto Profesional de Ejercicio Físico y Cáncer (IPEFC). En el primer caso, la base de datos fue utilizada para llevar a cabo el proceso de búsqueda bibliográfica, ya que es específica del campo de las ciencias de la salud. La cantidad de información que encontramos relacionada con el tema del proyecto fue más que suficiente, por lo que no recurrimos a otras bases de datos. El NCI, la ASCO y el IPEFC nos proporcionaron información relacionada con aspectos básicos de la enfermedad, así como definiciones y conceptos relacionados, además de darnos algunas ideas acerca de ejercicios potenciales a incluir en nuestra propuesta de entrenamiento, ya que en sus páginas web existen talleres y artículos de blog sobre ejercicio y cáncer. Después, para definir correctamente aquellos aspectos relacionados con la metodología de entrenamiento, en este caso con la salud como objetivo principal, nos hemos apoyado en dos libros, de reciente publicación, sobre entrenamiento para la mejora de la condición física y la salud como son los de (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019) y (Gonzalez-Badillo & Ribas-Serna, 2020). Sobre esta base, se ha revisado toda la bibliografía que fundamenta este proyecto.

Con objetivo de filtrar y optimizar el proceso de selección de la información necesaria para satisfacer los objetivos de esta revisión, se introdujeron los siguientes términos de búsqueda: “exercise”, “exercise program”, “exercise training”, “physical activity”, “guidelines”, “sport medicine”, “cancer”, “cancer treatments”, “side effects”, “breast cancer”, “lung cancer”, “childhood leukemia” etc. Para crear fórmulas de consulta a través de los operadores lógicos AND y OR. A partir de ahí, se seleccionaron aquellos artículos que se ajustaban a los objetivos de esta revisión. Para darle calidad y coherencia al contenido de nuestro trabajo, la búsqueda de información se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

1. Bibliografía actualizada. Nos hemos centrado en seleccionar artículos de fecha de publicación posterior al 2015. De hecho, el 81% de la bibliografía utilizada cumple con este criterio. El resto son artículos que tienen un gran peso divulgativo y se siguen citando hoy día.
2. En cuanto al idioma, hemos seleccionado principalmente estudios publicados en inglés.
3. Toda la bibliografía seleccionada es de carácter científico (artículos originales, libros, revisiones bibliográficas y sistemáticas y meta-análisis).

4. Resultados

4.1. Programas de entrenamiento

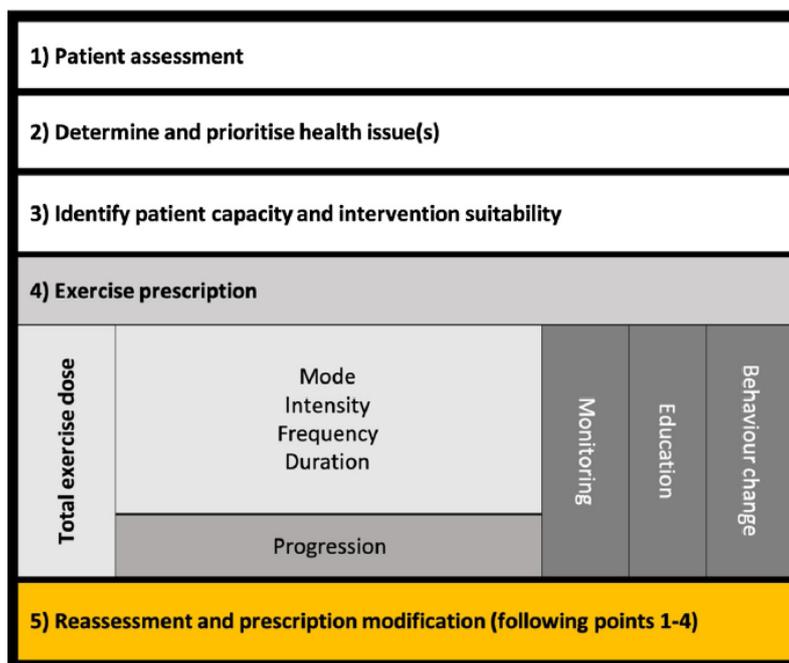
Un programa de entrenamiento supone la creación de un modelo sistemático y detallado por un especialista de la actividad física en el cual se determinan las variables de entrenamiento de forma que el ejercicio físico se prescriba de manera individualizada teniendo en cuenta los objetivos del sujeto que lo va a llevar a cabo (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019). En este apartado, a partir de la revisión de las principales guías científicas de ejercicio y cáncer, se han definido de forma específica los aspectos metodológicos más importantes.

4.1.1. Proceso a seguir y condicionantes a la hora de confeccionar un programa de entrenamiento individualizado para el paciente oncológico

De acuerdo a las recomendaciones de la ASCO y el IPEFC, sería ideal que, antes de la iniciación a la práctica de ejercicio físico por parte de una persona con cáncer, su oncólogo lo aprobara, ya que va a garantizar que la persona está en unas condiciones fisiológicas que no comprometen su salud. Además, establecer un canal de

comunicación con algún miembro del equipo médico del paciente, nos va a permitir obtener información actualizada y pormenorizada sobre su estado (Maiorana et al., 2018). A partir de ahí, a la hora de componer un programa de ejercicio físico, lo adecuado es seguir un proceso que nos permita obtener toda la información necesaria sobre el paciente en cuestión, ya que necesitamos estar al tanto de su situación oncológica en primer lugar, y también de su estado a nivel personal y físico, para garantizar la composición de un programa de entrenamiento individualizado que garantice la adherencia y la seguridad (Campbell et al., 2019; Hayes et al., 2019). Este procedimiento queda perfectamente reflejado en una declaración titulada “The Exercise and Sports Science Australia position statement: Exercise medicine in cancer management”, el cual se expone a continuación (figura 3):

Figura 3: Proceso a seguir para la creación de un programa de ejercicio físico para pacientes oncológicos. Extraído de: (Hayes et al., 2019).



Como podemos ver, el proceso está compuesto por 5 fases (evaluación del paciente, determinar problemas de salud, valorar la capacidad del paciente y la viabilidad de la intervención, configurar el programa de ejercicio y actualización de la evaluación y modificación del programa) que se repetirán de forma cíclica cada cierto tiempo para actualizar la información y reajustar las variables de entrenamiento. Los tres primeros pasos se centran en la obtención de información acerca del paciente (historial clínico individual y familiar, diagnóstico oncológico, tratamiento anticáncer utilizado, relación

con el ejercicio físico, estado físico del paciente, etc.) para determinar los factores que haya que tener en cuenta para maximizar la seguridad del entrenamiento durante todo el proceso y la viabilidad del plan de entrenamiento. El cuarto paso hace referencia a la propia composición del programa a través de la definición de los objetivos y las variables de entrenamiento. Finalmente, el quinto paso supone actualizar la información a través de una repetición de todo el proceso. Dicho esto, podríamos definir 4 factores que condicionan la configuración de nuestro programa de entrenamiento:

- **Posibles limitantes**

En primer lugar, como ya hemos comentado, es muy frecuente que los pacientes sufran una serie de efectos secundarios derivados, bien de la propia enfermedad o del tratamiento recibido, que dificulten la práctica deportiva. Estamos hablando de comorbilidades (muy frecuentes las patologías a nivel cardiovascular), reducciones de la tolerancia al ejercicio físico por la quimioterapia, restricciones de movimiento fruto de cirugías para extirpar tumores, etc. (Cho et al., 2016; L. W. Jones et al., 2009; Petrova et al., 2021). Por ello, es importante que además de solicitar la historia clínica, mantengamos una comunicación muy fluida con el paciente oncológico, de forma que estemos siempre al tanto de su evolución y su tratamiento ya que la prescripción de ejercicio debe variar en base a ello para evitar eventos adversos y garantizar la fluidez y el éxito en las tareas que se propongan (Hayes et al., 2019).

- **Estado de forma del paciente**

El estado físico inicial del paciente oncológico va a ser el factor que marque el punto de partida a la hora de fijar las variables de entrenamiento, de manera que va a ser muy importante llevar a cabo un proceso de evaluación y valoración de las capacidades físicas para fijar objetivos reales y proponer tareas adecuadas a las posibilidades motrices del sujeto (Schmitz et al., 2010). Además, se deben valorar aspectos como la composición corporal, la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, la amplitud de movimiento y parámetros relacionados con los hábitos de vida del sujeto (descanso, alimentación, trabajo...).

En línea con esto, diferentes estudios como el de (Kirkham et al., 2015) proponen pruebas específicas para evaluar estas variables (Tabla 1). Por ejemplo, el “Handgrip Strength Test” para valorar la fuerza del tren superior, el 30-s Chair Stand para la del miembro inferior, protocolos submáximos de resistencia como el Test de Bruce o Balke,

etc. Además, otros estudios han confirmado la viabilidad de la evaluación de la repetición máxima en estos pacientes siempre que no exista metástasis hacia los huesos, lo que nos puede facilitar la programación y la gestión de las cargas (Schmitz et al., 2010).

Tabla 1: Pruebas para la evaluación de la condición física en el paciente oncológico. Extraído de (Kirkham et al., 2015).

Component of health-related physical fitness	Measure/test	Test outcome	Estimated duration (minutes)	Equipment required	Expected values/standards ^a
Body composition	Body mass index	kg/m ²	2	Scale, measuring tape	Normal, 18.5–24.9 kg·m ⁻² [11]
	Waist circumference	cm	2	Measuring tape	Low risk, women, ≤89 cm; men, ≤99 cm [11]
Resting cardiovascular function	Resting heart rate	Minimum beats per minute	5	Heart rate monitor	Norm, women, 74 bpm men, 71 bpm [12]
	Resting blood pressure	mmHg for systolic and diastolic blood pressure	3	Stethoscope, sphygmomanometer	Normal, systolic <120 mmHg, diastolic <80 mmHg [11]
Aerobic fitness	Submaximal treadmill test	Minutes to achievement of 75 % HRR	15–25	Treadmill, heart rate monitor	Age- and gender-specific percentiles for test duration 50th percentile ^b , women age 50–59, 13.5 min men age 50–59, 18.0 min [11]
	Heart rate recovery	Beats per minute between HR target and HR 2 min later	2	Heart rate monitor	Normal prognosis, >22 beats after 2 min supine rest [11]
Strength	Grip strength	kg of force applied	3	Handgrip dynamometer	Norm, women, age 55–59, 29.9/27.2 kg (R/L) men, age 55–59, 44.1/41.0 kg (R/L) [13]
	30-s chair stand	Number of full stands completed	2	Chair, stopwatch	Norm, women, age 60–64, 14.5 stands men, age 60–64, 16.4 stands [14]
Flexibility	Back scratch	cm between middle fingers	3	Measuring tape	Norm, women, age 60–64, –0.7 cm men, age 60–64, –3.4 cm [15]
	Chair sit-and-reach	cm between middle finger and toes	3	Chair, measuring tape	Norm, women, age 60–64, 2.1 cm men, age 60–64, 0.6 cm [15]
Balance and mobility	Single-leg standing	Seconds of maintained balance	3	Stopwatch	Norm, age 50–59, open, 29.4 s, closed, 21.0 s [16]
	Timed up-and-go	Seconds required to complete task	2	Chair, stopwatch, cone	Norm, women, age 60–64, 5.2 s men, age 60–64, 4.7 s [15]
		Total	45–55		

cm centimeter, HR heart rate, HRR heart rate reserve, kg kilograms, mmHg millimeters of mercury

^a Where available criterion-reference standard provided for normal/healthy and expected value provided for closest age category available to study sample (median age 58 years)

^b Time is for Balke protocol with 3 min added to account for the modified version used in the current study

No obstante, como aclara este mismo artículo, podemos encontrarnos con sujetos que no tengan capacidad para completar algunos protocolos de evaluación. En estos casos, lo adecuado sería buscar alternativas que nos permitan valorar con éxito los parámetros comentados.

- Seguridad

El ejercicio se ha establecido en los últimos años como una terapia no farmacológica segura para pacientes con cáncer siempre que sea prescrito por un profesional de manera individualizada, teniendo en cuenta los criterios ya comentados en los apartados

anteriores (Stout et al., 2017). Prueba de ello es el ínfimo número de eventos adversos que se notifican en todos los estudios que hemos analizado en este proyecto. Por ejemplo, la “American College of Sports Medicine Roundtable on Exercise Guidelines for Cancer Survivors” notificó un total de 46 artículos que no reportaron eventos adversos aplicándose en ellos protocolos de ejercicios diversificados para diferentes tipos de tumor (cáncer de mama, próstata, colon, cánceres hematológicos y ginecológicos) (Schmitz et al., 2010). Otra prueba de esta afirmación es la revisión sistemática llevada a cabo por (Heywood et al., 2017), en la cual la muestra total fue de 1088 participantes que llevaron a cabo diferentes protocolos de entrenamiento reportándose solo 6 eventos adversos a causa del ejercicio realizado.

De forma más específica, se ha visto que las tipologías de ejercicio tradicionales (fuerza y resistencia) son fiables y seguras para el paciente oncológico. Por una parte, según (L. W. Jones et al., 2008) el entrenamiento de carácter aeróbico bien pautado y supervisado es seguro a intensidades moderadas y altas incluso para sujetos que se encuentran en el tercer estadio evolutivo del cáncer de pulmón, produciendo mejoras a nivel cardiorrespiratorio y funcional. Por otra, sabemos que la evidencia científica apoya la seguridad y la eficacia del entrenamiento de la fuerza controlado por un profesional del ejercicio de cara a reducir la incidencia de los efectos adversos de los tratamientos anticáncer y mejorar la funcionalidad y la calidad de vida (Fairman et al., 2017).

Como se puede apreciar, la seguridad en el entrenamiento no depende tanto de la tipología de ejercicio o del hecho de practicar ejercicio físico *per se*, si no de ajustar las diferentes variables de entrenamiento de forma individualizada, planteando objetivos reales para el paciente, teniendo en cuenta todos los aspectos relacionados con su condición física, psicológica y por su puesto lo relacionado directamente con el cáncer (fase evolutiva del tumor, tipo de tratamiento y efectos adversos, comorbilidades...) (Campbell et al., 2019; Schmitz et al., 2010).

- **Objetivos del programa**

Aunque el simple hecho de realizar actividad física lleva consigo la mejora de diferentes parámetros relacionados con la salud y el cáncer, es importante que antes de la estructuración del programa se definan los objetivos claves de éste en función de las necesidades del paciente, ya que la configuración de las variables de entrenamiento puede variar (Hayes et al., 2019). Esto es porque sabemos que la magnitud de los efectos

positivos que se obtengan del programa de ejercicio puede estar muy influenciada por la especificidad del entrenamiento (Buffart et al., 2018).

4.1.2. Confección del programa de entrenamiento para el paciente oncológico.

Ahora, es momento de confeccionar el programa de entrenamiento. Por definición, un programa de entrenamiento requiere de la creación de un proyecto compuesto por operaciones y actividades ordenadas, en forma de estímulos de entrenamiento (dosis) que guardan un vínculo de interdependencia para lograr un objetivo (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019). Por tanto, resulta fundamental a la hora de prescribir ejercicio para un paciente oncológico el hecho de definir las variables que componen la dosis de entrenamiento de forma que se ajuste a todas las singularidades que pueda tener el paciente en cuestión (American College of Sports Medicine, 2018). Numerosos manuales y artículos científicos sobre ejercicio y cáncer definen la dosis de entrenamiento a través del modelo FITT (Frequency, Intensity, Type, Time) que establece cuatro variables que conforman el estímulo de entrenamiento: frecuencia, intensidad, tipo de ejercicio y tiempo (Campbell et al., 2019; Schmitz et al., 2010). Otros incluyen variables como el nivel de dificultad del ejercicio o aspectos relacionados con la progresión de la carga de entrenamiento (Hayes et al., 2019). Sin embargo, lo importante es entender cómo interaccionan para saber qué adaptaciones provocarán los estímulos de entrenamiento tanto a nivel agudo (tras cada ejercicio o sesión) como a nivel crónico (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019).

Si atendemos a la bibliografía actual, la dosis mínima de ejercicio (propuesta por la OMS) que podría servir como recomendación general para el paciente oncológico incluye 3 días de entrenamiento aeróbico a moderada intensidad durante al menos 30 minutos y 2 días de entrenamiento de fuerza realizándose cada día 2 series de 8-15 repeticiones a una intensidad de mínima del 60% de la repetición máxima (Campbell et al., 2019; Schmitz et al., 2010). Sin embargo, existen estudios que sugieren que esta dosis no es suficiente para mejorar el estado de salud de los pacientes (Gil-Rey et al., 2014). Esto es porque, como ya hemos comentado, la consecución de los objetivos marcados al confeccionar el programa de entrenamiento y el mantenimiento de la seguridad requieren de una prescripción de ejercicio específica y adaptada a la situación de cada paciente, pudiendo requerirse estímulos de entrenamiento más suave en fases sensibles del tratamiento (ciclos de quimioterapia, intervenciones quirúrgicas...) o más

intensos si la persona entrenada se encuentra en condiciones de poder afrontarlos (Buffart et al., 2018; Hayes et al., 2019). Por ello, es fundamental para un profesional del ejercicio conocer cómo configurar las variables del entrenamiento para componer un programa de ejercicio que el paciente de cáncer afronte con garantías. A continuación, se expone de manera aislada cómo concretar cada variable:

- **Tipo de ejercicio**

Cuando hablamos del tipo de ejercicio hacemos referencia a la forma en la que presentamos el estímulo a la persona entrenada. En pacientes con cáncer se han empleado distintos protocolos de entrenamiento aeróbico, de fuerza, intervenciones mixtas (combinan ambos), yoga, taichi, baile y ejercicio terapéutico (centrado en las limitaciones que ocurren en una región corporal) (Stout et al., 2017). Sin embargo, la mayor parte de la bibliografía recomienda la elección de protocolos de carácter mixto, ya que aportan mayor cantidad de beneficios a nivel físico y psicológico (Campbell et al., 2019; Hayes et al., 2019; Pollán et al., 2020). Además, la inclusión de ejercicios de equilibrio y estiramientos reducen del riesgo de caídas y el dolor generalizado (Schwenk et al., 2016). No obstante, es fundamental evaluar las preferencias de los pacientes en fases iniciales, sobre todo en aquellos cuyo nivel de forma física sea bajo, ya que ello puede marcar la adherencia al programa de entrenamiento (Hayes et al., 2019).

El ejercicio aeróbico involucra a grandes grupos musculares, permitiendo progresar en parámetros de intensidad y duración (American College of Sports Medicine, 2018). Sería interesante incluir sesiones de otras modalidades distintas a correr o andar (remo, bicicleta, elíptica...), siempre sabiendo las limitaciones del paciente (Hayes et al., 2019). Por otra parte, en el entrenamiento de fuerza deben predominar los ejercicios dinámicos alternándose contracciones concéntricas y excéntricas, aunque también se pueden incluir isometrías. Como medios de entrenamiento, podrían utilizarse máquinas y sistemas de ejercicio guiado, peso libre, autocarga (el propio peso corporal), bandas elásticas, etc. (Hayes et al., 2019). Aunque deben predominar tareas que involucren a la musculatura de forma global, existen casos donde es necesario incluir ejercicios más aislados. Por ejemplo, en procesos de rehabilitación de la movilidad de un hombro tras una mastectomía (Cho et al., 2016) o tras una cirugía de pulmón para reactivar la musculatura respiratoria y recuperar la función motora (Messaggi-Sartor et al., 2019). Por último, se sabe que metodologías de entrenamiento como el entrenamiento interválico de alta intensidad (“HIIT, High Interval Intensity Training”) generan

respuestas fisiológicas positivas que mejoran la capacidad cardiopulmonar y la tolerancia al ejercicio en situaciones de cáncer de mama, pulmón, colón e incluso testicular (Heredia-Ciuró et al., 2022; Wallen et al., 2020).

- **Intensidad, volumen y densidad de entrenamiento**

La mayoría de las guías de ejercicio físico hablan de estas variables por separado o incluso no contemplan la densidad (Campbell et al., 2019; Gil-Rey et al., 2014; Hayes et al., 2019; Pollán et al., 2020; Schmitz et al., 2010), sin embargo, numerosos especialistas del ejercicio físico constatan que, en la práctica, los 3 factores están claramente vinculados al condicionarse mutuamente (estímulos intensos no pueden prolongarse mucho en el tiempo y viceversa, y los descansos condicionan el rendimiento en la siguiente serie o sesión) (Gonzalez-Badillo & Ribas-Serna, 2020). Por ello, debe ser un profesional del ejercicio que entienda esta relación quien concrete las variables de intensidad, volumen (tradicionalmente expresado como tiempo) y densidad.

Además, debemos tener en cuenta que estas variables se describen de forma diferente según el tipo de entrenamiento del que estemos hablando (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019). Para el entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria hablaremos de intensidad normalmente a través del porcentaje del volumen máximo de oxígeno (%VO₂max) o del porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (%FCRes) y el volumen será especificado a través de series y tiempo (Pallarés & Morán-Navarro, 2012). Por su parte, la intensidad en el entrenamiento de fuerza se especifica a través del porcentaje de la repetición máxima (%RM) o por velocidad de ejecución, y el volumen por series y repeticiones o pérdida de velocidad (Suchomel et al., 2021). No podemos olvidarnos de la densidad (relación entre el tiempo de trabajo y tiempo de recuperación entre series), ya que supone un gran condicionante de las adaptaciones que se producen durante el entrenamiento (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019).

Dejando conceptos aclaratorios aparte, podemos confirmar que en las principales guías de ejercicio físico y cáncer no se define un valor concreto de intensidad como adecuado, ya que depende de numerosos factores (etapa evolutiva del tumor, limitantes, estado de forma previo al inicio del programa, objetivos del entrenamiento...) (Buffart et al., 2018; Campbell et al., 2019; Hayes et al., 2019). No obstante, como regla general se debe ir progresando muy lentamente de estímulos moderados a otros de intensidad cada vez más elevada (American College of Sports Medicine, 2018; Campbell et al., 2019).

Sin embargo, en el paciente oncológico esta variable puede fluctuar de forma repentina para adaptarse a la capacidad de tolerancia al ejercicio (ya que esta será inferior en algunas etapas de los tratamientos anticáncer) (Hayes et al., 2019). Para ajustar este parámetro son muy útiles las escalas de percepción subjetiva del esfuerzo, que asignan un valor de intensidad percibida ante una tarea o una sesión llevada a cabo (por ejemplo, la “Borg 15-point RPE Scale” (Tabla 2), ya que han mostrado fiabilidad y validez a la hora de determinar el grado de requerimiento para la persona (Morishita et al., 2018).

Tabla 2: Escala de percepción del esfuerzo (Borg 15-point RPE Scale). Extraído de: (Morishita et al., 2018).

Borg 15-point RPE Scale	
Rating	Descriptor
6	No supone esfuerzo
7	Extremadamente suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Suave
12	
13	Un poco duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Extremadamente duro
20	Supone un esfuerzo máximo

RPE: Rate of perceived exertion

En cuanto a la frecuencia y el volumen, se puede jugar tanto con la duración de las sesiones como con la cantidad de veces que se practica ejercicio físico a lo largo del día o la semana. En pacientes oncológicos que se inician en la práctica, aquellos en etapas avanzadas de la enfermedad o tras fases de tratamiento agresivo, es interesante aumentar la frecuencia incluyendo varias sesiones cortas al día de 5 o 10 minutos hasta acumular una duración mínima, establecida entre 20 y 30 minutos diarios (L. W. Jones et al., 2010; Rock et al., 2012; Schmitz et al., 2010). A partir de ahí, al igual que con los parámetros de intensidad tanto la duración como la frecuencia semanal debe variar en función de

las características del paciente y los objetivos de su entrenamiento (Tabla 3) (Campbell et al., 2019; Hayes et al., 2019).

Tabla 3: Dosis recomendada para la consecución de los objetivos de un programa de entrenamiento para paciente oncológico. Adaptado de: (Campbell et al., 2019).

Objetivo	Tipo de ejercicio	Intensidad	Volumen	Frecuencia (sesiones por semana)	Duración del programa
Disminuir la ansiedad	Aeróbico	60-80% VO ₂ max (RPE 13-15)	30-60 minutos	3	12 semanas
	Fuerza	Eficacia aislada no demostrada			
	Mixto	60-80% VO ₂ max (RPE 13-15)	20-40 minutos	3	6-12 semanas
		65-85% 1RM	2 series 8-12 rep.	2-3	6-12 semanas
Disminuir síntomas depresivos	Aeróbico	60-80% VO ₂ max (RPE 13-15)	30-60 minutos	3	12 semanas
	Fuerza	Eficacia aislada no demostrada			
	Mixto	60-80% VO ₂ max (RPE 13-15)	20-40 minutos	3	6-12 semanas
		65-85% 1RM	2 series 8-12 rep.	2-3	6-12 semanas
Reducir la fatiga	Aeróbico	45% VO ₂ max (RPE 12)	30 minutos	3	12 semanas
	Fuerza	60% 1 RM (RPE 12)	2 series 12-15 rep.	2	12 semanas
	Mixto	45% VO ₂ max (RPE 12)	30 minutos	3	12 semanas
			60% 1 RM (RPE 12)	2 series 12-15 rep.	2
Mejorar la calidad de vida y la salud	Aeróbico	60-80% VO ₂ max (RPE 11-13)	30 minutos	2-3	12 semanas
	Fuerza	60-75% 1RM (RPE 13-15)	2-3 series 8-15 rep.	2-3	12 semanas
	Mixto	60-80% VO ₂ max (RPE 11-13)	20-30 minutos	2-3	12 semanas
			60-75% 1RM (RPE 13-15)	2 series 8-15 rep.	2-3

Reducir posibles linfedemas	Aeróbico	Eficacia aislada no demostrada			
	Fuerza	60-70% 1RM (RPE 15)	1-3 series 8-15 rep.	2-3	52 semanas
	Mixto	Eficacia aislada no demostrada			
Mejorar el estado de forma físico	Aeróbico	60-85% VO ₂ max (RPE 12-13)	30-60 minutos	3	8-12 semanas
	Fuerza	60-75% 1RM (RPE 13-15)	2 series 8-12 rep.	2-3	8-12 semanas
	Mixto	60-85% VO ₂ max (RPE 12-13)	20-40 minutos	3	8-12 semanas
		60-75% 1RM (RPE 13-15)	2 series 8-12 rep.	2-3	8-12 semanas

1RM: Repetición máxima, RPE: Percepción subjetiva del esfuerzo (Rate of Perceived Exertion), VO₂max: Consumo Máximo de Oxígeno, rep: repeticiones.

Como se puede apreciar, al inicio del proyecto hablamos de algunos efectos positivos del ejercicio que no se reflejan en la tabla 3. Esto es porque no existe una evidencia lo suficientemente fuerte como para fijar una dosis concreta de ejercicio para la consecución de los efectos deseados. No obstante, aquellos protocolos que hayan mostrado validez y sobre todo seguridad en la consecución de cualquier objetivo fijado (mantenimiento de la densidad mineral ósea, tratamiento de neuropatías, etc.) podrían ser aplicados en pacientes similares a los de la muestra de forma muy controlada y siempre supervisada (Bressi et al., 2021; Campbell et al., 2020; Duregon et al., 2018).

- **Otros aspectos a tener en cuenta**

La ACSM plantea una serie de indicaciones a nivel general para aquellos profesionales del ejercicio que se enfrentan a pacientes con cáncer (American College of Sports Medicine, 2018; Campbell et al., 2019):

1. El profesional del ejercicio debe estar al tanto de la variabilidad que puede presentar el efecto del ejercicio físico entre sujetos.
2. Si el ejercicio físico es bien tolerado y no se aprecian efectos adversos o síntomas negativos, las variables podrían tratarse como en el caso de poblaciones sanas, aunque con las peculiaridades que hemos ido comentando a lo largo del trabajo.
3. A la hora de monitorizar el entrenamiento aeróbico es aconsejable utilizar escalas de esfuerzo percibido (como la “Borg 15-point RPE Scale” o la “Omni Resistance Exercise Scale”) en vez de la frecuencia cardíaca de reserva (FCRes) (Scharhag-Rosenberger et al., 2015)

4. Aquellos pacientes que posean linfedema (afección por la que el líquido linfático no drena correctamente, pudiendo acumularse en los tejidos causando hinchazón) deben llevar una media compresiva durante el entrenamiento de fuerza.
5. Se podrían incluir ejercicios de movilidad durante fases activas de tratamiento con intención de minimizar la pérdida de amplitud de movimiento que puede ocurrir a causa de operaciones, uso de corticoesteroides o radioterapia.
6. Si el cáncer se expandiera provocando una metástasis, es importante tener en cuenta que habrá que cambiar la configuración de las variables de entrenamiento para adaptarnos a la nueva casuística (Campbell et al., 2019). Por ejemplo, si el tumor en cuestión se extendiera al tejido óseo se debería reducir el impacto en la zona afectada, controlando más aún la técnica del movimiento (Campbell et al., 2022).

4.2. Particularidades a la hora de prescribir ejercicio para diferentes tipos de tumor.

El objetivo de este trabajo era investigar acerca de las particularidades de la prescripción de ejercicio cuando los profesionales del ejercicio se enfrentan a pacientes de cáncer y en concreto a pacientes de cáncer de mama, de pulmón y leucemia infantil. Sin olvidar los aspectos generales ya comentados (comorbilidades, efecto adverso de los tratamientos que pueda afectar a la práctica deportiva, aspectos metodológicos...) pasamos a la exposición de algunos aspectos propios de cada tipo de tumor.

4.2.1. Cáncer de mama

Las principales particularidades cuando nos enfrentamos a personas con cáncer de mama derivadas de los tratamientos o de la posibilidad que pueda ocurrir una metástasis que afecte a órganos o tejidos directamente implicados en la realización de ejercicio. El tratamiento inicial en el cáncer de mama es la intervención quirúrgica, ya sea la mastectomía o la tumorectomía en el pecho. Es importante evitar la inactividad, pero se debe limitar el ejercicio durante las primeras semanas para reducir el riesgo de infección y el dolor en la región operada (se aconseja no sobrepasar las 8 semanas de inactividad) (American College of Sports Medicine, 2018). Además, fruto de la intervención y la radioterapia es frecuente que la función del hombro se vea perjudicada, por tanto, es esencial terapia de rehabilitación de la musculatura que moviliza dicha articulación, pero controlando la intensidad (De Groef et al., 2015; Wilson, 2017). Se podrían proponer ejercicios en los que se trabaje de forma activa y asistida la movilidad del

hombro en fases tempranas, y a continuación introducir ejercicios de estiramiento del pectoral (en su porción mayor y menor) (Richmond et al., 2018). Una vez superada la fase postoperatoria, incluiríamos ejercicios de fuerza para desarrollarla y recuperar la funcionalidad del miembro.

También es habitual la aparición de linfedemas tras la cirugía. El entrenamiento de fuerza a través de estímulos de intensidad moderada-alta (Tabla 3) muestra efectos positivos. No obstante, debemos tener en cuenta la implicación de las diferentes extremidades en las actividades. Se aconseja la utilización de mallas compresivas durante el entrenamiento (American College of Sports Medicine, 2018; De Groef et al., 2015).

Asimismo, es muy frecuente que la quimioterapia y las terapias hormonales provoquen un incremento en los casos de sobrepeso y obesidad (Jung et al., 2020). Contra ello, se debe aumentar el gasto calórico de las sesiones de entrenamiento dándole peso al entrenamiento de resistencia y aumentando el volumen en los ejercicios de fuerza (Winters-Stone et al., 2013).

Por otra parte, según la ASCO los cánceres de mama se diseminan con mayor facilidad a pulmón, huesos, cerebro e hígado. Por tanto, sería de vital importancia entender cómo afecta este factor a la realización de ejercicio para poder aplicar medidas de control o cesar la práctica en caso de que fuera necesario.

4.2.2. Cáncer de pulmón

En el caso del cáncer de pulmón, cobra importancia el componente psicológico, ya que son muy comunes los casos de estrés psicosocial como causa de la estigmatización del enfermo de este tipo de tumor por el vínculo que existe entre el cáncer de pulmón y el tabaquismo (Occhipinti et al., 2018). Es importante que el profesional del ejercicio a cargo de este tipo de pacientes lo tenga en cuenta y evite comportamientos que puedan reducir la adherencia al programa de ejercicio (Avancini et al., 2020).

Además de eso, sabemos que este tipo de pacientes suelen ser sometidos a intervenciones quirúrgicas en las que se les extirpa parte del pulmón (completo en casos extremos, neumonectomía), viéndose afectada en mayor medida su capacidad de tolerancia al ejercicio por la reducción en todos los valores vinculados al consumo de oxígeno (Cavalheri et al., 2019). Por tanto, sería necesario un proceso de adaptación que adecue los estímulos de entrenamiento a la capacidad pulmonar que se ha perdido e incluir una carga importante de ejercicio aeróbico y tareas focalizadas en el trabajo

de los patrones respiratorios (Messaggi-Sartor et al., 2019). En este sentido, podría ser interesante el uso de dispositivos de entrenamiento de la musculatura respiratoria (OrygenDual®, Forumed, Spain) e incluir ejercicios como la respiración diafragmática y costal o actividades que estimulen el *core* con expiraciones forzadas (Brocki et al., 2018; Messaggi-Sartor et al., 2019).

4.2.3. Leucemia infantil

La mayor peculiaridad de este tipo de cáncer, por obvio que parezca, es el hecho de que se desarrolla en niños (con lo que conlleva a nivel metodológico). En este sector de la población, la selección de ejercicios debe priorizar la adherencia y la adquisición de patrones motores adecuados a nivel técnico (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019). Asimismo, las variables de entrenamiento deben adaptarse al nivel de experiencia del sujeto utilizando la mínima dosis de ejercicio rentable (sin sobrepasar intensidades del 85% 1RM) (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019).

El principal efecto de la leucemia es el incremento de la producción de glóbulos blancos (American Cancer Society), lo que conlleva una reducción en el porcentaje de glóbulos rojos. Esto genera un desequilibrio a nivel sanguíneo que puede provocar anemias y otras comorbilidades. El entrenamiento en altura genera aumentos significativos en la concentración de eritropoyetina y hemoglobina (Man et al., 2021), por lo que sería interesante plantear un protocolo de entrenamiento aeróbico en altura o en cámaras de hipoxia tratando de reequilibrar la composición sanguínea.

Además, este tumor aumenta considerablemente el déficit de fuerza y la aparición de neuropatías periféricas (Zucchetti et al., 2018). Una propuesta de entrenamiento que combine ejercicios de fuerza y resistencia sería lo más adecuado para mejorar los niveles de fuerza y funcionalidad en esta población (Wehrle et al., 2019).

Aunque existe muy poca bibliografía específica al respecto, sabemos que a causa de los tratamientos, los niños con leucemia ven perjudicada su motricidad, reduciéndose el equilibrio, la flexibilidad, la fuerza y la postura, provocando que patrones de movimiento básicos como la capacidad para andar se vean afectados (Tanner et al., 2020). Por eso, los profesionales del ejercicio deben hacer hincapié en la inclusión de actividades que traten de restablecer los patrones motores perdidos primando durante las sesiones la calidad a la cantidad de movimiento (Coombs et al., 2020).

4.3. Propuesta de entrenamiento

Basándonos en todos los aspectos comentados anteriormente, hemos confeccionado una propuesta de entrenamiento consistente en un microciclo compuesto por 5 sesiones de entrenamiento, 3 cuyo objetivo principal va a ser el trabajo de la resistencia cardiorrespiratoria y 2 enfocadas en el desarrollo de la fuerza. Aunque sabemos que es un planteamiento muy general, esta podría ser la base de un programa de entrenamiento para paciente oncológico, de manera que, con las modificaciones (ya comentadas) basadas en las peculiaridades de cada caso se constituya un protocolo individualizado.

La idea es plantear progresiones de cada ejercicio (ya sea a nivel de complejidad de la tarea o en parámetros de volumen e intensidad) de manera que, tras un proceso de evaluación, el profesional del ejercicio seleccione la etapa (nivel 1, 2 o 3) de la progresión más apropiada para la condición del paciente. La estructura del microciclo sería la siguiente (Tabla 4):

Tabla 4: Estructura del modelo de microciclo de entrenamiento propuesto. Elaboración propia.

MODELO DE MICROCICLO DE ENTRENAMIENTO PARA EL PACIENTE ONCOLÓGICO							
Día	L	M	X	J	V	S	D
Tipo de ejercicio	RC (Anexo 1)	FUERZA (Anexo 2)	RC (Anexo 3)	FUERZA (Anexo 4)	RC (Anexo 5)	Se aconseja mantenerse	Se aconseja mantenerse
Método	M. Continuo	Circuito de entrenamiento	M. continuo variable	Circuito de entrenamiento	M. interválico	activo/a	activo/a

RC: Resistencia cardiorrespiratoria, M.: Método.

5. Discusión

En este trabajo hemos llevado a cabo una revisión de las principales guías de ejercicio y cáncer con el objetivo de mostrar la forma más adecuada de llevar a cabo un programa de ejercicio que, además de ser exitoso a la hora de provocar efectos positivos para la salud del paciente, maximice la seguridad en la práctica de la persona entrenada.

Uno de los mayores puntos de controversia en esta temática es la forma de configurar las variables, ya que el modelo FITT no permite definir el estímulo de forma completa y específica. Por ejemplo, la duración e intensidad se deben entender de forma global junto con la configuración de los tiempos de descanso (densidad intrasesión), ya que influye en el diseño de

entrenamientos de resistencia cardiorrespiratoria el hecho de proponer un método continuo (sin descansos durante el recorrido) o interválico (intensidad variable y pausas activas a lo largo del recorrido) (Pallarés & Morán-Navarro, 2012). En el caso del entrenamiento de fuerza, la duración de los tiempos de descanso entre series supone que se genere mayor o menor fatiga muscular incurriendo en adaptaciones diferenciadas (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019).

Dados los efectos positivos de la práctica de ejercicio físico junto al mantenimiento de unos hábitos saludables a nivel de alimentación, nos parece fundamental que se dedique mayor atención al cuidado de estas personas fuera del tratamiento farmacológico (ejercicio físico, nutrición, aspectos psicológicos...), ya que sabemos con seguridad que pueden ser factores que condicionen sobremanera el bienestar y la calidad de vida del paciente oncológico.

6. Conclusiones

Consideramos que el proceso de investigación llevado a cabo durante este proyecto cumple con los objetivos fijados al inicio del trabajo.

En primer lugar, se ha comprendido la necesidad de llevar a cabo, antes de comenzar el programa de ejercicio, un proceso de evaluación exhaustivo de todo el contexto que rodea al paciente, valorando aspectos relacionados con la capacidad física, la enfermedad, posibles comorbilidades y necesidades especiales, conformando así un programa de entrenamiento viable y seguro. Además, se ha expuesto la necesidad de establecer un canal de comunicación muy fluido con el equipo médico del paciente para obtener información objetiva y rigurosa.

Después, hemos expuesto la necesidad de adecuar la configuración de las variables del entrenamiento a las diferentes etapas de la enfermedad, teniendo en cuenta los efectos de los tratamientos anticáncer sobre la capacidad de tolerancia a los esfuerzos, para la creación de un programa de entrenamiento controlado e individualizado. Hemos de resaltar la necesidad de que los profesionales del ejercicio que manejan este tipo de poblaciones estén al tanto de las peculiaridades de cada tipo de tumor para poder manejar sus consecuencias durante las sesiones de entrenamiento.

No nos gustaría finalizar este proyecto sin alabar iniciativas como las del Hospital La Princesa de Madrid, cuyo equipo de oncología propuso a sus pacientes de cáncer de mama la realización del Camino de Santiago. Se compuso un grupo de 16 integrantes (acompañadas por parte del equipo oncológico) que llevó a cabo la peregrinación el pasado mes de mayo. Ellas mismas y

sus sanitarios hablan del efecto positivo a nivel físico y psicológico que sienten tras haber superado un reto como ese (RTVE, 2022).

Por último y como conclusión principal nos gustaría resaltar el papel del ejercicio físico en esta enfermedad, dada la evidencia de los efectos positivos para el paciente a nivel de funcionalidad y calidad de vida.

7. Bibliografía

- Ahles, T. A., Root, J. C., & Ryan, E. L. (2012). Cancer- and cancer treatment-associated cognitive change: an update on the state of the science. *Journal of Clinical Oncology : Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, *30*(30), 3675–3686. <https://doi.org/10.1200/JCO.2012.43.0116>
- Akram, M., Iqbal, M., Daniyal, M., & Khan, A. U. (2017). Awareness and current knowledge of breast cancer. *Biological Research*, *50*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s40659-017-0140-9>
- American College of Sports Medicine. (2018). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (10th Edition). In D. Riebe (Ed.), *Wolters Kluwer Health* (10th ed.).
- Avancini, A., Sartori, G., Gkountakos, A., Casali, M., Trestini, I., Tregnago, D., Bria, E., Jones, L. W., Milella, M., Lanza, M., & Pilotto, S. (2020). Physical Activity and Exercise in Lung Cancer Care: Will Promises Be Fulfilled? *The Oncologist*, *25*(3), e555–e569. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2019-0463>
- Baskar, R., Lee, K. A., Yeo, R., Yeoh, K.-W., Baskar, R., & Phil, M. (2012). Cancer and Radiation Therapy: Current Advances and Future Directions. *Int. J. Med. Sci*, *9*(3), 193–199. <https://doi.org/10.7150/ijms.3635>
- Bower, J. E. (2014). Cancer-related fatigue--mechanisms, risk factors, and treatments. *Nature Reviews. Clinical Oncology*, *11*(10), 597–609. <https://doi.org/10.1038/NRCLINONC.2014.127>
- Bressi, B., Cagliari, M., Contesini, M., Mazzini, E., Bergamaschi, F. A. M., Moscato, A., Bassi, M. C., & Costi, S. (2021). Physical exercise for bone health in men with prostate cancer receiving androgen deprivation therapy: a systematic review. *Supportive Care in Cancer*, *29*(4), 1811. <https://doi.org/10.1007/S00520-020-05830-1>

- Brocki, B. C., Andreasen, J. J., & Westerdahl, E. (2018). Inspiratory Muscle Training in High-Risk Patients Following Lung Resection May Prevent a Postoperative Decline in Physical Activity Level. *Integrative Cancer Therapies*, *17*(4), 1095–1102. <https://doi.org/10.1177/1534735418796286>
- Buffart, L. M., Sweegers, M. G., May, A. M., Chinapaw, M. J., Van Vulpen, J. K., Newton, R. U., Galvão, D. A., Aaronson, N. K., Stuiver, M. M., Jacobsen, P. B., Verdonck-De Leeuw, I. M., Steindorf, K., Irwin, M. L., Hayes, S., Griffith, K. A., Lucia, A., Herrero-Roman, F., Mesters, I., Van Weert, E., ... Buffart, L. M. (2018). Targeting exercise interventions to patients with cancer in need: An individual patient data meta-analysis. In *Journal of the National Cancer Institute* (Vol. 110, Issue 11, pp. 1190–1200). Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/jnci/djy161>
- Campbell, K. L., Cormie, P., Weller, S., Alibhai, S. M. H., Bolam, K. A., Campbell, A., Cheville, A. L., Dalzell, M.-A., Hart, N. H., Higano, C. S., Lane, K., Mansfield, S., McNeely, M. L., Newton, R. U., Quist, M., Rauw, J., Rosenberger, F., Santa Mina, D., Schmitz, K. H., ... Goulart, J. (2022). Exercise Recommendation for People With Bone Metastases: Expert Consensus for Health Care Providers and Exercise Professionals. *JCO Oncology Practice*, *18*(5), e697–e709. <https://doi.org/10.1200/op.21.00454>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *51*(11), 2375. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
- Campbell, K. L., Zdravec, K., Bland, K. A., Chesley, E., Wolf, F., & Janelins, M. C. (2020). The Effect of Exercise on Cancer-Related Cognitive Impairment and Applications for Physical Therapy: Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, *100*(3), 523–542. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz090>
- Cavalheri, V., Burtin, C., Formico, V. R., Nonoyama, M. L., Jenkins, S., Spruit, M. A., & Hill, K. (2019). Exercise training undertaken by people within 12 months of lung resection for non-small cell lung cancer. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *6*(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009955.PUB3>

- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research*, *1453*, 87–101. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2012.02.068>
- Cho, Y., Do, J., Jung, S., Kwon, O., & Jeon, J. Y. (2016). Effects of a physical therapy program combined with manual lymphatic drainage on shoulder function, quality of life, lymphedema incidence, and pain in breast cancer patients with axillary web syndrome following axillary dissection. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *24*(5), 2047–2057. <https://doi.org/10.1007/S00520-015-3005-1>
- Coombs, A., Schilperoort, H., & Sargent, B. (2020). The effect of exercise and motor interventions on physical activity and motor outcomes during and after medical intervention for children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia: A systematic review. In *Critical Reviews in Oncology/Hematology* (Vol. 152, p. 103004). NIH Public Access. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2020.103004>
- Cramp, F., & Byron-Daniel, J. (2012). Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2012*(11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006145.pub3>
- Curigliano, G., Cardinale, D., Dent, S., Criscitiello, C., Aseyev, O., Lenihan, D., & Cipolla, C. M. (2016). Cardiotoxicity of anticancer treatments: Epidemiology, detection, and management. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *66*(4), 309–325. <https://doi.org/10.3322/caac.21341>
- Davis, M. P., & Panikkar, R. (2019). Sarcopenia associated with chemotherapy and targeted agents for cancer therapy. *Annals of Palliative Medicine*, *8*(1), 86–101. <https://doi.org/10.21037/apm.2018.08.02>
- De Groef, A., Van Kampen, M., Dieltjens, E., Christiaens, M. R., Neven, P., Geraerts, I., & Devoogdt, N. (2015). Effectiveness of postoperative physical therapy for upper-limb impairments after breast cancer treatment: A systematic review. In *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 96, Issue 6, pp. 1140–1153). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.01.006>
- Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Buchanan, T. A., Spicer, D. V., Tripathy, D., Bernstein, L., & Mortimer, J. E. (2018).

- Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Metabolic Syndrome, Sarcopenic Obesity, and Circulating Biomarkers in Overweight or Obese Survivors of Breast Cancer: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Oncology*, 36(9), 875. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.75.7526>
- Duregon, F., Vendramin, B., Bullo, V., Gobbo, S., Cugusi, L., Di Blasio, A., Neunhaeuserer, D., Zaccaria, M., Bergamin, M., & Ermolao, A. (2018). Effects of exercise on cancer patients suffering chemotherapy-induced peripheral neuropathy undergoing treatment: A systematic review. In *Critical Reviews in Oncology/Hematology* (Vol. 121, pp. 90–100). *Crit Rev Oncol Hematol*. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2017.11.002>
- Fairman, C. M., Zourdos, M. C., Helms, E. R., & Focht, B. C. (2017). A Scientific Rationale to Improve Resistance Training Prescription in Exercise Oncology. *Sports Medicine*, 47(8), 1457–1465. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0673-7/TABLES/6>
- Fallon, M. T., & Colvin, L. (2013). Neuropathic pain in cancer. *British Journal of Anaesthesia*, 111(1), 105–111. <https://doi.org/10.1093/bja/aet208>
- Gegechkori, N., Haines, L., & Lin, J. J. (2017). Long-Term and Latent Side Effects of Specific Cancer Types. *The Medical Clinics of North America*, 101(6), 1053–1073. <https://doi.org/10.1016/J.MCNA.2017.06.003>
- Gil-Rey, E., Quevedo-Jerez, K., Maldonado-Martin, S., & Herrero-Román, F. (2014). Exercise Intensity Guidelines for Cancer Survivors: a Comparison with Reference Values. *International Journal of Sports Medicine*, 35(14), e1–e9. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1389972>
- Gonzalez-Badillo, J. J., & Ribas-Serna, J. (2020). *FUERZA, VELOCIDAD Y RENDIMIENTO FÍSICO Y DEPORTIVO 2ª EDICIÓN*. (ESM).
- Handforth, C., D'Oronzo, S., Coleman, R., & Brown, J. (2018). Cancer Treatment and Bone Health. *Calcified Tissue International*, 102(2), 251–264. <https://doi.org/10.1007/s00223-017-0369-x>
- Hassan Lemjabbar-Alaouia, O. H., Yanga, Y.-W., & Buchanana, P. (2017). Lung cancer: biology and treatment options. *Physiology & Behavior*, 176(5), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2015.08.002.Lung>
- Hayes, S. C., Newton, R. U., Spence, R. R., & Galvão, D. A. (2019). The Exercise and Sports

- Science Australia position statement: Exercise medicine in cancer management. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(11), 1175–1199. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2019.05.003>
- Heredia-Ciuró, A., Fernández-Sánchez, M., Martín-Núñez, J., Calvache-Mateo, A., Rodríguez-Torres, J., López-López, L., & Valenza, M. C. (2022). High-intensity interval training effects in cardiorespiratory fitness of lung cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer : Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 30(4), 3017–3027. <https://doi.org/10.1007/S00520-021-06647-2>
- Heredia Elvar, J. R., & Peña García-Orea, G. (2019). El entrenamiento de la fuerza para la mejora de la condición física y la salud. In *Circulo Rojo* (Primera).
- Herrmann, J. (2020). Adverse cardiac effects of cancer therapies: cardiotoxicity and arrhythmia. *Nature Reviews Cardiology*, 17(8), 474–502. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0348-1>
- Heywood, R., McCarthy, A. L., & Skinner, T. L. (2017). Safety and feasibility of exercise interventions in patients with advanced cancer: a systematic review. *Supportive Care in Cancer*, 25(10), 3031–3050. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3827-0>
- Hirschey, R., Docherty, S. L., Pan, W., & Lipkus, I. (2017). Exploration of exercise outcome expectations among breast cancer survivors. *Cancer Nursing*, 40(2), E39–E46. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000000362>
- Hojman, P., Gehl, J., Christensen, J. F., & Pedersen, B. K. (2017). Molecular Mechanisms Linking Exercise to Cancer Prevention and Treatment. *Cell Metabolism*, 27(1), 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.09.015>
- Idorn, M., & thor Straten, P. (2017). Exercise and cancer: from “healthy” to “therapeutic”? *Cancer Immunology, Immunotherapy*, 66(5), 667–671. <https://doi.org/10.1007/s00262-017-1985-z>
- Inamura, K. (2018). Clinicopathological Characteristics and Mutations Driving Development of Early Lung Adenocarcinoma: Tumor Initiation and Progression. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/IJMS19041259>
- Jones, J. M., Olson, K., Catton, P., Catton, C. N., Fleshner, N. E., Krzyzanowska, M. K., McCreedy, D. R., Wong, R. K. S., Jiang, H., & Howell, D. (2016). Cancer-related fatigue

- and associated disability in post-treatment cancer survivors. *Journal of Cancer Survivorship : Research and Practice*, *10*(1), 51–61. <https://doi.org/10.1007/S11764-015-0450-2>
- Jones, L. W., Eves, N. D., Haykowsky, M., Freedland, S. J., & Mackey, J. R. (2009). Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction. *The Lancet Oncology*, *10*(6), 598–605. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(09\)70031-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(09)70031-2)
- Jones, L. W., Eves, N. D., & Peppercorn, J. (2010). Pre-exercise screening and prescription guidelines for cancer patients. *The Lancet Oncology*, *11*(10), 914–916. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(10\)70184-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(10)70184-4)
- Jones, L. W., Eves, N. D., Peterson, B. L., Garst, J., Crawford, J., West, M. J., Mabe, S., Harpole, D., Kraus, W. E., & Douglas, P. S. (2008). Safety and feasibility of aerobic training on cardiopulmonary function and quality of life in postsurgical nonsmall cell lung cancer patients: A pilot study. *Cancer*, *113*(12), 3430–3439. <https://doi.org/10.1002/CNCR.23967>
- Jung, G. H., Kim, J. H., & Chung, M. S. (2020). Changes in weight, body composition, and physical activity among patients with breast cancer under adjuvant chemotherapy. *European Journal of Oncology Nursing*, *44*. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2019.101680>
- Kirkham, A. A., Neil-Sztramko, S. E., Morgan, J., Hodson, S., Weller, S., McRae, T., & Campbell, K. L. (2015). Health-related physical fitness assessment in a community-based cancer rehabilitation setting. *Supportive Care in Cancer*, *23*(9), 2525–2533. <https://doi.org/10.1007/S00520-014-2599-Z/TABLES/3>
- Kyu, H. H., Bachman, V. F., Alexander, L. T., Mumford, J. E., Afshin, A., Estep, K., Veerman, J. L., Delwiche, K., Iannarone, M. L., Moyer, M. L., Cercy, K., Vos, T., Murray, C. J. L., & Forouzanfar, M. H. (2016). Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*, *354*. <https://doi.org/10.1136/BMJ.I3857>
- Lange, M., Joly, F., Vardy, J., Ahles, T., Dubois, M., Tron, L., Winocur, G., De Ruiter, M. B., & Castel, H. (2019). Cancer-related cognitive impairment: An update on state of the art, detection, and management strategies in cancer survivors. In *Annals of Oncology* (Vol. 30, Issue 12, pp. 1925–1940). Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/annonc/mdz410>

- Libert, Y., Borghgraef, C., Beguin, Y., Delvaux, N., Devos, M., Doyen, C., Dubruille, S., Etienne, A. M., Liénard, A., Merckaert, I., Reynaert, C., Slachmuylder, J. L., Straetmans, N., Van Den Neste, E., Bron, D., & Razavi, D. (2017). Cognitive compensatory processes of older, clinically fit patients with hematologic malignancies undergoing chemotherapy: A longitudinal cohort study. *Psycho-Oncology*, 26(12), 2086–2093. <https://doi.org/10.1002/PON.4424>
- Maiorana, A. J., Williams, A. D., Askew, C. D., Levinger, I., Coombes, J., Vicenzino, B., Davison, K., Smart, N. A., & Selig, S. E. (2018). Exercise Professionals with Advanced Clinical Training Should be Afforded Greater Responsibility in Pre-Participation Exercise Screening: A New Collaborative Model between Exercise Professionals and Physicians. *Sports Medicine*, 48(6), 1293–1302. <https://doi.org/10.1007/S40279-018-0888-2/TABLES/4>
- Man, M. C., Ganera, C., Bărbuleț, G. D., Krzysztofik, M., Panaet, A. E., Cucui, A. I., Tohănean, D. I., & Alexe, D. I. (2021). The modifications of haemoglobin, erythropoietin values and running performance while training at mountain vs. Hilltop vs. Seaside. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9486. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189486>
- Messaggi-Sartor, M., Marco, E., Martínez-Téllez, E., Rodriguez-Fuster, A., Palomares, C., Chiarella, S., Muniesa, J. M., Orozco-Levi, M., Barreiro, E., & Güell, M. R. (2019). Combined aerobic exercise and high-intensity respiratory muscle training in patients surgically treated for non-small cell lung cancer: A pilot randomized clinical trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(1), 113–122. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05156-0>
- Miller, K. D., Nogueira, L., Mariotto, A. B., Rowland, J. H., Yabroff, K. R., Alfano, C. M., Jemal, A., Kramer, J. L., & Siegel, R. L. (2019). Cancer treatment and survivorship statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 69(5), 363–385. <https://doi.org/10.3322/caac.21565>
- Mock, V. (2001). Fatigue management evidence and guidelines for practice. *Cancer*, 92(6 SUPPL.), 1699–1707.
- Morishita, S., Tsubaki, A., Takabayashi, T., & Fu, J. B. (2018). Relationship between the rating

- of perceived exertion scale and the load intensity of resistance training. *Strength and Conditioning Journal*, 40(2), 94. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000373>
- Nygren, P. (2001). What is cancer chemotherapy? *Acta Oncologica*, 40(2–3), 166–174.
- Occhipinti, S., Dunn, J., O’Connell, D. L., Garvey, G., Valery, P. C., Ball, D., Fong, K. M., Vinod, S., & Chambers, S. (2018). Lung Cancer Stigma across the Social Network: Patient and Caregiver Perspectives. *Journal of Thoracic Oncology: Official Publication of the International Association for the Study of Lung Cancer*, 13(10), 1443–1453. <https://doi.org/10.1016/J.JTHO.2018.06.015>
- Ormel, H. L., van der Schoot, G. G. F., Sluiter, W. J., Jalving, M., Gietema, J. A., & Walenkamp, A. M. E. (2018). Predictors of adherence to exercise interventions during and after cancer treatment: A systematic review. *Psycho-Oncology*, 27(3), 713–724. <https://doi.org/10.1002/PON.4612>
- Pallarés, J. G., & Morán-Navarro, ; (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria methodological approach to the cardiorespiratory endurance training. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 119–136.
- Pedersen, L., Idorn, M., Olofsson, G. H., Lauenborg, B., Nookaew, I., Hansen, R. H., Johannesen, H. H., Becker, J. C., Pedersen, K. S., Dethlefsen, C., Nielsen, J., Gehl, J., Pedersen, B. K., Thor Stratén, P., & Hojman, P. (2016). Voluntary running suppresses tumor growth through epinephrine- and IL-6-dependent NK cell mobilization and redistribution. *Cell Metabolism*, 23(3), 554–562. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.01.011>
- Peterson, S. J., & Mozer, M. (2017). Differentiating Sarcopenia and Cachexia Among Patients With Cancer. *Nutrition in Clinical Practice: Official Publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 32(1), 30–39. <https://doi.org/10.1177/0884533616680354>
- Petrova, D., Catena, A., Rodríguez-Barranco, M., Redondo-Sánchez, D., Bayo-Lozano, E., García-Retamero, R., Jiménez-Moleón, J. J., & Sánchez, M. J. (2021). Physical Comorbidities and Depression in Recent and Long-Term Adult Cancer Survivors: NHANES 2007-2018. *Cancers*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/CANCERS13133368>
- Pollán, M., Casla-Barrio, S., Alfaro, J., Esteban, C., Seguí-Palmer, M. A., Lucia, A., & Martín, M. (2020). Exercise and cancer: a position statement from the Spanish Society of Medical

- Oncology. *Clinical & Translational Oncology: Official Publication of the Federation of Spanish Oncology Societies and of the National Cancer Institute of Mexico*, 22(10), 1710–1729. <https://doi.org/10.1007/S12094-020-02312-Y>
- Portenoy, R. K., & Ahmed, E. (2018). Cancer Pain Syndromes. In *Hematology/Oncology Clinics of North America* (Vol. 32, Issue 3, pp. 371–386). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2018.01.002>
- Pudkasam, S., Polman, R., Pitcher, M., Fisher, M., Chinlumprasert, N., Stojanovska, L., & Apostolopoulos, V. (2018). Physical activity and breast cancer survivors: Importance of adherence, motivational interviewing and psychological health. *Maturitas*, 116, 66–72. <https://doi.org/10.1016/J.MATURITAS.2018.07.010>
- Richmond, H., Lait, C., Srikesavan, C., Williamson, E., Moser, J., Newman, M., Betteley, L., Fordham, B., Rees, S., Lamb, S. E., Bruce, J., Lall, R., Petrou, S., Thompson, A., Williams, J., Mistry, P., Canaway, A., & Mazuquin, B. (2018). Development of an exercise intervention for the prevention of musculoskeletal shoulder problems after breast cancer treatment: the prevention of shoulder problems trial (UK PROSPER). *BMC Health Services Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S12913-018-3280-X>
- Rock, C. L., Doyle, C., Demark-Wahnefried, W., Meyerhardt, J., Courneya, K. S., Schwartz, A. L., Bandera, E. V., Hamilton, K. K., Grant, B., McCullough, M., Byers, T., & Gansler, T. (2012). Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 62(4), 242–274. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21142>
- RTVE. (25 de Mayo 2022). *El Camino de Santiago con cáncer de mama*. Extraído de: <https://www.rtve.es/play/videos/telediario-fin-de-semana/camino-santiago-cancer-mama/6557231/>
- Scharhag-Rosenberger, F., Kuehl, R., Klassen, O., Schommer, K., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Wiskemann, J., & Steindorf, K. (2015). Exercise training intensity prescription in breast cancer survivors: validity of current practice and specific recommendations. *Journal of Cancer Survivorship*, 9(4), 612–619. <https://doi.org/10.1007/s11764-015-0437-z>
- Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., Irwin, M. L., Wolin, K. Y., Segal, R. J., Lucia, A., Schneider, C. M., Von Gruenigen, V. E., & Schwartz, A. L. (2010). American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and Science in Sports*

- and Exercise*, 42(7), 1409–1426. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3181E0C112>
- Schwenk, M., Grewal, G. S., Holloway, D., Muchna, A., Garland, L., & Najafi, B. (2016). Interactive Sensor-Based Balance Training in Older Cancer Patients with Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology*, 62(5), 553–563. <https://doi.org/10.1159/000442253>
- Siegel, R. L., Miller, K. D., Fuchs, H. E., & Jemal, A. (2021). Cancer Statistics, 2021. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(1), 7–33. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21654>
- Sobecki, J. N., Rice, L. W., & Hartenbach, E. M. (2021). Bone health and osteoporosis screening in gynecologic cancer survivors. *Gynecologic Oncology*, 160(2), 619–624. <https://doi.org/10.1016/J.YGYNO.2020.11.028>
- Starobova, H., & Vetter, I. (2017). Pathophysiology of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/FNMOL.2017.00174>
- Stout, N. L., Baima, J., Swisher, A. K., Winters-Stone, K. M., & Welsh, J. (2017). A Systematic Review of Exercise Systematic Reviews in the Cancer Literature. (2005 – 2017). *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 9(9 Suppl 2), S347. <https://doi.org/10.1016/J.PMRJ.2017.07.074>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., Hornsby, W. G., & Stone, M. H. (2021). Training for Muscular Strength: Methods for Monitoring and Adjusting Training Intensity. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(10), 2051–2066. <https://doi.org/10.1007/S40279-021-01488-9>
- Tanner, L., Keppner, K., Lesmeister, D., Lyons, K., Rock, K., & Sparrow, J. (2020). Cancer Rehabilitation in the Pediatric and Adolescent/Young Adult Population. In *Seminars in Oncology Nursing* (Vol. 36, Issue 1). *Semin Oncol Nurs.* <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2019.150984>
- Vinod, S. K., & Hau, E. (2020). Radiotherapy treatment for lung cancer: Current status and future directions. *Respirology*, 25(S2), 61–71. <https://doi.org/10.1111/resp.13870>
- Wallen, M. P., Hennessy, D., Brown, S., Evans, L., Rawstorn, J. C., Wong Shee, A., & Hall, A. (2020). High-intensity interval training improves cardiorespiratory fitness in cancer patients and survivors: A meta-analysis. *European Journal of Cancer Care*, 29(4).

<https://doi.org/10.1111/ECC.13267>

- Waqas, K., Lima Ferreira, J., Tsourdi, E., Body, J. J., Hadji, P., & Zillikens, M. C. (2021). Updated guidance on the management of cancer treatment-induced bone loss (CTIBL) in pre- and postmenopausal women with early-stage breast cancer. *Journal of Bone Oncology*, 28, 100355. <https://doi.org/10.1016/J.JBO.2021.100355>
- Wehrle, A., Kneis, S., Dickhuth, H. H., Gollhofer, A., & Bertz, H. (2019). Endurance and resistance training in patients with acute leukemia undergoing induction chemotherapy—a randomized pilot study. *Supportive Care in Cancer*, 27(3), 1071–1079. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4396-6>
- Wilson, D. J. (2017). Exercise for the Patient after Breast Cancer Surgery. In *Seminars in Oncology Nursing* (Vol. 33, Issue 1, pp. 98–105). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2016.11.010>
- Winters-Stone, K. M., Dobek, J., Nail, L. M., Bennett, J. A., Leo, M. C., Torgrimson-Ojerio, B., Luoh, S. W., & Schwartz, A. (2013). Impact + resistance training improves bone health and body composition in prematurely menopausal breast cancer survivors: A randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 24(5), 1637–1646. <https://doi.org/10.1007/s00198-012-2143-2>
- Zimmer, P., Baumann, F. T., Oberste, M., Wright, P., Garthe, A., Schenk, A., Elter, T., Galvao, D. A., Bloch, W., Hübner, S. T., & Wolf, F. (2016). Effects of Exercise Interventions and Physical Activity Behavior on Cancer Related Cognitive Impairments: A Systematic Review. *BioMed Research International*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1820954>
- Zimmer, P., Trebing, S., Timmers-Trebing, U., Schenk, A., Paust, R., Bloch, W., Rudolph, R., Streckmann, F., & Baumann, F. T. (2018). Eight-week, multimodal exercise counteracts a progress of chemotherapy-induced peripheral neuropathy and improves balance and strength in metastasized colorectal cancer patients: a randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*, 26(2), 615–624. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3875-5>
- Zucchetti, G., Rossi, F., Chamorro Vina, C., Bertorello, N., & Fagioli, F. (2018). Exercise program for children and adolescents with leukemia and lymphoma during treatment: A comprehensive review. In *Pediatric Blood and Cancer* (Vol. 65, Issue 5, p. e26924). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/pbc.26924>

8. Anexos

8.1. Anexo 1

Tabla 5: Sesión 1 de la propuesta de entrenamiento. Elaboración propia.

SESIÓN 1 (ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Volumen	3 series x 10 min	30 min	30 min
Intensidad (Valor de la Borg 15-point RPE Scale)	60% VO ₂ max (12-15 RPE)	70% VO ₂ max (14-16 RPE)	80% VO ₂ max (14-16 RPE)
Densidad intrasesión	2-3 min entre series	-	-
Modalidad	Cicloergómetro/Remoergómetro/Caminar /Carrera. (Según capacidad del paciente)		
Método de entrenamiento	Continuo intensivo (Pallarés & Morán-Navarro, 2012)		

Min: minutos, VO₂max: Consumo máximo de oxígeno, RPE: Rate of Perceived Exertion

8.2. Anexo 2

Tabla 6: Sesión 2 de la propuesta de entrenamiento. Elaboración propia.

SESIÓN 2 (ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Volumen	2 series x 8-10 rep. Cada ejercicio.	3 vueltas x 10-12 rep. Cada ejercicio.	3 vueltas x 12-15 rep. Cada ejercicio.
Intensidad (Valor de la Borg 15-point RPE Scale)	50% 1RM (12-15 RPE)	60% 1RM (12-15 RPE)	65% 1RM (12-15 RPE)
Densidad intrasesión	2 min entre ejercicios	1 min 30 s entre ejercicios	1 min entre ejercicios
Método de entrenamiento	Progresión vertical. Organización circular general (O.C.G) “Círculo de entrenamiento” (Heredía Elvar & Peña García-Orea, 2019)		
Ejercicios	1. Levantarse de una silla. 2. Empuje de disco tumbado/a supino 3. Rotación externa de cadera tumbado/a lateral con mini banda elástica 4. Plancha frontal de rodillas (15 s)	1. Sentadilla autocarga 2. Flexiones de rodillas 3. Rotación externa de cadera tumbado/a lateral con mini banda elástica 4. Plancha frontal (20 s)	1. Sentadilla con barra 2. Flexiones 3. Rotación externa de cadera tumbado/a lateral con mini banda elástica 4. Plancha frontal (30 s)

5. Remo bilateral con goma	5. Remo unilateral sentado con goma 6. “Press pallof”	5. Remo unilateral con goma en posición de zancada 6. “Press pallof”
----------------------------	--	---

Min: minutos, s: segundos, rep: repeticiones, 1RM: Repetición máxima, RPE: Rate of Perceived Exertion

8.3. Anexo 3

Tabla 7: Sesión 3 de la propuesta de entrenamiento. Elaboración propia.

SESIÓN 5 (ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Volumen	20 min	30 min	30 min
Intensidad	60% VO ₂ max	70% VO ₂ max	80% VO ₂ max
(Valor de la Borg 15-point RPE Scale)	(12-15 RPE)	(12-15 RPE)	(12-15 RPE)
	3 min suave / 1 min moderado	2 min suave / 1 min moderado	1 min suave / 1 min moderado
Densidad intrasesión	-	-	-
Modalidad	Cicloergómetro/Remoergómetro/Caminar /Carrera. (Según capacidad del paciente)		
Método de entrenamiento	Continuo variable 1 (Pallarés & Morán-Navarro, 2012)		

Min: minutos, VO₂max: Consumo máximo de oxígeno, RPE: Rate of Perceived Exertion

8.4. Anexo 4

Tabla 8: Sesión 4 de la propuesta de entrenamiento. Elaboración propia.

SESIÓN 4 (ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Volumen	2 series x 8-10 rep. Cada ejercicio.	3 vueltas x 10-12 rep. Cada ejercicio.	3 vueltas x 12-15 rep. Cada ejercicio.
Intensidad (Valor de la Borg 15-point RPE Scale)	50% 1RM (12-15 RPE)	60% 1RM (12-15 RPE)	65% 1RM (12-15 RPE)
Densidad intrasesión	2 min entre ejercicios	1 min 30 s entre ejercicios	1 min entre ejercicios
Modalidad	Progresión vertical. Organización circular general (O.C.G) “Círculo de entrenamiento” (Heredia Elvar & Peña García-Orea, 2019)		
Ejercicios	1. Peso muerto con autocarga	1. Peso muerto unilateral con autocarga	1. Peso muerto con carga isoinercial adicional

2. Lanzamiento desde el pecho de balón contra pared	2. Lanzamiento desde el pecho de balón medicinal contra pared	2. Lanzamiento desde el pecho de balón medicinal contra pared
3. Pasos laterales con goma (a la altura de las rodillas)	3. Pasos laterales con goma (a la altura de los tobillos)	3. Pasos laterales con goma (a la altura de las rodillas y en puntas del pie)
4. Plancha lateral desde rodillas (15 s por lado)	4. Plancha lateral (20 s por lado)	4. Plancha lateral (30 s por lado)
5. Elevación frontal (flexión de hombro) de Kettlebell con brazos extendidos.	5. Elevaciones frontales alternas (flexión de hombro) de Kettlebell con brazos extendidos.	5. Elevaciones laterales de Kettlebell con brazos extendidos.
	6. "Dead bug"	6. Core en cuadrupedia

Min: minutos, s: segundos, rep: repeticiones, 1RM: Repetición máxima, RPE: Rate of Perceived Exertion

8.5. Anexo 5

Tabla 9: Sesión 5 de la propuesta de entrenamiento. Elaboración propia.

SESIÓN 5 (ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Volumen	(1 min. de trabajo / 1 de descanso) x 10 series.	(1 min. de trabajo / 1 de descanso) x 12 series.	(1 min. de trabajo / 45 s de descanso) x 15 series.
Intensidad (Valor de la Borg 15-point RPE Scale)	60% VO ₂ max (12-15 RPE)	70% VO ₂ max (14-16 RPE)	80% VO ₂ max (14-16 RPE)
Densidad intrasesión	3 min. entre series	2 min. entre series	2 min entre series
Modalidad	Cicloergómetro/Remoergómetro/Caminar /Carrera. Opción de mezclar medios de entrenamiento. Por ejemplo 1 min. remoergómetro, 1 min. cicloergómetro, 1 min. de carrera, etc. (Según capacidad del paciente)		
Método de entrenamiento	Interválico extensivo medio (1 min. de trabajo / 1 min de descanso) (Pallarés & Morán-Navarro, 2012)		

Min: minutos, VO₂max: Consumo máximo de oxígeno, RPE: Rate of Perceived Exertion