



Universidad de Valladolid



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**COMBINACIÓN DE EJERCICIO AERÓBICO Y DE FUERZA COMO
TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO DURANTE LA FASE DE
TRATAMIENTO ONCOLÓGICO DEL CÁNCER INFANTIL. REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

Presentado por Juncal Alonso Tejada

Tutora: Marta Correyero León

Soria, a 5 de junio de 2023

RESUMEN

Introducción: El cáncer infantil es la principal causa de muerte por enfermedad en niños y adolescentes a nivel mundial, destacando por ser los más frecuentes la leucemia, los tumores del Sistema Nervioso Central, los linfomas y los sarcomas. El tratamiento médico incluye quimioterapia, radioterapia, cirugía y trasplante de células madre, pudiendo ocasionar gran variedad de síntomas físicos y psicológicos. La fisioterapia a través de programas de ejercicio aeróbico y de fuerza terapéuticos puede desempeñar un papel fundamental en su manejo.

Objetivos: Analizar los efectos que produce el ejercicio terapéutico combinando ejercicios aeróbicos y de fuerza en las variables fuerza muscular, calidad de vida, marcha, aptitud cardiorrespiratoria, marcadores inflamatorios y fatiga en pacientes pediátricos con cáncer en tratamiento oncológico.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada siguiendo los criterios PRISMA, incluyendo ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) que comparasen ejercicio aeróbico y de fuerza con un grupo control o con otro tratamiento fisioterapéutico en niños con cáncer en tratamiento oncológico.

Resultados: Tras un proceso de selección exhaustivo, se incluyeron 9 estudios primarios y un análisis secundario. La intervención basada en ejercicio terapéutico aeróbico y de fuerza parece ser efectiva en estos pacientes para la mejora de la fuerza muscular abdominal, de tronco, de miembros superiores e inferiores, la calidad de vida reportada por ellos y sus padres y la aptitud cardiorrespiratoria a corto, medio y largo plazo. Además, se vieron mejoras significativas en la marcha, los marcadores inmunológicos e inflamatorios a corto plazo y en la sensación de fatiga a corto y medio plazo.

Conclusiones: El ejercicio aeróbico y de fuerza resulta eficaz como tratamiento para reducir los síntomas de niños y adolescentes con cáncer. No obstante, se necesitan más estudios con mayores muestras y protocolos homogeneizados para obtener resultados más concluyentes.

Palabras clave: neoplasia, niños, entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	5
GLOSARIO DE SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	6
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Tipos de cáncer infantil	8
1.2. Tratamiento del cáncer infantil.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. Objetivo general:.....	11
3.2. Objetivos específicos:.....	11
4. METODOLOGÍA.....	11
4.1. Diseño del estudio.....	11
4.2. Estrategia de búsqueda.....	11
4.3. Selección de artículos.....	13
4.3.1. Criterios de inclusión	13
4.3.2. Criterios de exclusión.....	13
4.3.3. Proceso de selección de artículos	13
4.4. Medidas de evaluación de la calidad metodológica	13
5. RESULTADOS	14
5.1. Selección de artículos.....	14
5.2. Características de los estudios incluidos.....	14
5.3. Características de la intervención	22
5.4. Calidad metodológica.....	25
5.5. Análisis de la eficacia terapéutica	25
5.5.1. Fuerza muscular	25
5.5.2. Calidad de vida.....	26
5.5.3. Marcha y aptitud cardiorrespiratoria	26
5.5.4. Marcadores inmunológicos e inflamatorios	27
5.5.5. Fatiga.....	27
6. DISCUSIÓN.....	28
7. CONCLUSIONES	30
8. BIBLIOGRAFÍA	31
9. ANEXOS.....	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Flujo	15
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de búsqueda en las diferentes bases de datos.....	12
Tabla 2. Características de los estudios incluidos en la revisión.....	16
Tabla 3. Características de las intervenciones.	23
Tabla 4. Resultados escala PEDro.	25

GLOSARIO DE SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AECC	Asociación Española Contra el Cáncer
AVD	Actividades de la vida diaria
BOTSF-2	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2
CF	Fatiga cognitiva
CHQ	Child Health Questionnaire
CUHK-PARCY	The Chinese University of Hong Kong: Physical Activity Rating for Children and Youth
CV	Calidad de vida
DE	Desviación estándar
DMO	Densidad mineral ósea
DXA	Absorciometría con rayos X de doble energía
ECA	Ensayo clínico aleatorizado
FC	Frecuencia cardíaca
GC	Grupo control
GE	Grupo experimental
GF	Fatiga general
IMC	Índice de masa corporal
LH	Linfoma de Hodgkin
LLA	Leucemia linfocítica o linfoblástica aguda
LMA	Leucemia mieloide aguda
LNH	Linfoma no Hodgkin
MeSh	Medical Subject Headings
MMII	Miembros inferiores
MMSS	Miembros superiores
MWT	Minute walk test
N	Muestra
NK	Célula natural killer
NLR	Proporción de neutrófilos a linfocitos
PASE	Physical Activity Scale for the Elderly
PedsQL	Pediatric Quality of Life Inventory
PLR	Proporción de plaquetas a linfocitos

PSI-VSF	Autoinventario Físico-Discapacidad Intelectual
SII	Índice de inflamación inmune sistémica
SMD	Síndrome mielodisplásico
SNC	Sistema Nervioso Central
SRF	Fatiga de sueño y descanso
TFS	Puntuación total de fatiga
TUDS	Timed Up and Down Stairs
TUG	Timed Up and Go
VO ₂ máx.	Consumo máximo de oxígeno
VSP-A	Salud vivida y percibida del adolescente

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer, también denominado neoplasia o tumor, es una patología grave muy prevalente sin predisposición de género o edad, que consiste en la multiplicación descontrolada de células anormales o dañadas, pudiendo invadir y propagarse a otras zonas u órganos del cuerpo denominándose este proceso metástasis (1).

El cáncer infantil afecta a niños y adolescentes de entre 0 y 19 años. Su etiología es prácticamente desconocida lo que hace difícil su prevención mediante programas de cribado, aunque sí que se conoce alguna asociación de factores (2). En cuanto a factores exógenos, podría encontrarse una asociación entre la exposición a radiaciones ionizantes con el desarrollo posterior de leucemia o cáncer cerebral. En relación con los factores endógenos, destacan el género masculino y el alto o bajo peso al nacer teniendo un mayor riesgo de padecer diferentes tipos de cáncer (3). Además, aproximadamente un 10% de los cánceres pueden tener una predisposición genética (2).

El cáncer es la principal causa de muerte por enfermedad en niños y adolescentes a nivel mundial. Aproximadamente, unos 400.000 niños son diagnosticados de cáncer cada año (2), lo que supone una incidencia de 155,8 por millón entre niños y adolescentes de 0 a 19 años (4). Según la Asociación Española Contra el Cáncer (AECC), en España anualmente hay unos 1000 nuevos casos de cáncer en edad pediátrica (5).

La tasa de supervivencia varía según la zona demográfica, siendo superior al 80% en países desarrollados mientras que en los países menos desarrollados no supera el 30%, pudiendo ser debido a retrasos en el diagnóstico o a la imposibilidad de acceder a los diferentes tratamientos (2).

1.1. Tipos de cáncer infantil

Dentro del cáncer infantil, se pueden distinguir dos grandes grupos. Por un lado, los cánceres de tipo hematológico, entre los que destacan las leucemias y linfomas y, por otro lado, los tumores sólidos, los cuales incluyen tumores del sistema nervioso central (SNC), tumores óseos y de tejido blando, tumores abdominales (neuroblastoma, tumor de Wilms), retinoblastomas y tumores de células germinales. El tipo más frecuente en este grupo de edad es la leucemia, conformando alrededor del 30% del total de todos los cánceres infantiles, seguida de los tumores del SNC (20%) y el linfoma (12%) y en menor proporción el neuroblastoma, sarcoma de hueso y tejido blando y los tumores de células germinales (2,6).

La leucemia es una neoplasia maligna de la sangre que suele iniciarse en la médula ósea, conlleva un aumento descontrolado de glóbulos blancos anormales e impide la producción normal de glóbulos rojos y plaquetas. Ésta se puede dividir en aguda o crónica y dependiendo del tipo de célula sanguínea donde se inicia en linfoblástica o mieloide, siendo los más comunes la leucemia linfoblástica aguda (LLA) y la leucemia mieloide aguda (LMA) (6).

La LLA es el cáncer pediátrico más común, causado por una producción masiva de linfoblastos inmaduros, siendo más prevalente en el sexo masculino y en menores de 5 años (6). Sin embargo, la LMA afecta a las células mielógenas, cuya incidencia es mayor en adolescentes. Los signos más característicos son palidez, fatiga y manchas pequeñas rojas, moradas o púrpuras debidas a la rotura de los vasos sanguíneos, además de dificultad respiratoria, inflamación de los ganglios linfáticos e incluso cojera (6).

El linfoma se origina en el sistema linfoide, habiendo principalmente 2 tipos, linfomas de Hodgkin (LH) y linfomas no-Hodgkin (LNH). El LH se caracteriza por la presencia de células malignas de Hodgkin o de Reed-Sternberg que proceden de los linfocitos B. El LNH se origina en los linfocitos B, T o células natural killer (NK) (7,8). Inicialmente, la mayoría son asintomáticos y normalmente son diagnosticados debido al crecimiento anormal de una masa en los ganglios linfáticos (8).

Los tumores del SNC son el tumor sólido más frecuente (9), siendo más comunes los meduloblastomas, los astrocitomas, los ependimomas y el glioma de tronco encefálico. La sintomatología de este grupo depende de la localización del tumor y del rango de edad (9,10).

El osteosarcoma y el sarcoma de Ewing son los tipos de tumor óseo más comunes en varones adolescentes. Se manifiestan inicialmente con dolor e inflamación y posteriormente puede aparecer una masa palpable. Como sarcoma de tejidos blandos destaca el rhabdomioma, que se caracteriza por la presencia de una masa de tejido blando en la zona de la cabeza o el cuello, el sistema genitourinario o en las extremidades (11).

1.2. Tratamiento del cáncer infantil

El tratamiento médico de primera línea para el cáncer infantil consiste en diferentes terapias como pueden ser la quimioterapia, la radioterapia, la cirugía o el trasplante autólogo o alogénico de células madre hematopoyéticas (12,13).

Tanto la propia enfermedad como los tratamientos utilizados para combatirla, los cuales presentan elevada toxicidad, generan una gran variedad de síntomas y efectos que repercuten negativamente en el organismo. Al inicio, con el diagnóstico ya establecido, pueden aparecer síntomas más generales como dolor, debilidad, palidez, fiebre, náuseas, vómitos, pérdida de apetito, problemas de visión (14) y problemas para conciliar el sueño (15).

Las largas estancias encamados en hospitales influyen directamente en sus niveles de actividad física agravando su deterioro físico, (14), causándoles mayor riesgo de sobrepeso y disminución de la densidad mineral ósea (16). A nivel musculoesquelético, hay una evidente disminución de la fuerza muscular viéndose afectada más la musculatura de los miembros inferiores que de los superiores y exacerbándose todavía más debido a su bajo nivel de actividad física (17).

En consecuencia, se limita el rango de movimiento y aparecen problemas para mantener el equilibrio, dificultando la marcha (16,18). Además, el sistema cardiorrespiratorio se ve afectado, por lo que hay presencia de signos de fatiga y disminuye su capacidad funcional (18).

Por otro lado, a largo plazo los efectos a nivel neurológico abarcan desde déficits motores y sensoriales, influyendo en la coordinación, hasta la compatibilidad con neuropatía periférica crónica (18). Además, pueden provocar secuelas que no se evidencien hasta años más tarde, pudiendo haber superado ya el cáncer, como pérdida auditiva, mayor riesgo de padecer problemas cognitivos, complicaciones cardiovasculares y pulmonares (19).

Con el fin de prevenir y paliar los efectos secundarios del cáncer, así como del tratamiento médico, se encuentran en la literatura numerosos tratamientos fisioterapéuticos que incluyen programas de rehabilitación oncológica específicos para cada fase evolutiva de la patología: fase de diagnóstico, fase de tratamiento, fase de remisión, fase de recidiva y/o fase terminal (20). Estos tratamientos fisioterapéuticos engloban diferentes técnicas como terapia manual,

ejercicios para potenciar la musculatura, entrenamiento del equilibrio o reeducación de la marcha, entre otras (13).

Cabe destacar que el ejercicio terapéutico ha demostrado tener beneficios en la fuerza muscular, la calidad de vida, la marcha, la aptitud cardiorrespiratoria, las variables inmunológicas e inflamatorias y la fatiga, si bien, parece que uno de los ejercicios físicos que pueden ofrecer más beneficios es la combinación de ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza (21).

2. JUSTIFICACIÓN

El cáncer infantil, después de los accidentes, es la segunda causa de muerte en edad pediátrica, aunque la primera causa mortal por enfermedad. Recoge un grupo de patologías que disminuyen significativamente la calidad de vida de los pacientes, repercutiendo en gran medida también a su entorno familiar.

Como ya se ha descrito anteriormente, tanto el cáncer como los tratamientos médicos agresivos a los que se someten provocan en estos pacientes una gran variedad de síntomas durante todas sus fases, repercutiendo tanto a nivel físico como psicológico, afectando a la fuerza muscular, calidad de vida, capacidad funcional y movilidad, muchos de ellos debido a estancias prolongadas hospitalizados y encamados.

Este es un campo de investigación actual que se encuentra en constante evolución, sin embargo, la evidencia científica en el ámbito fisioterapéutico es limitada.

Por esta razón, el presente trabajo se centrará en analizar los beneficios que la fisioterapia y en especial los programas de ejercicios combinando aeróbico y fuerza son capaces de realizar en la fuerza muscular, calidad de vida, marcha y aptitud cardiorrespiratoria, marcadores inflamatorios y la fatiga. La intervención se ha centrado en programas de ejercicio aeróbico y de fuerza principalmente debido a que la fuerza muscular y el aumento de la sensación de fatiga son unos de los signos más característicos que presentan estos niños como consecuencia de su enfermedad. Además, durante esta fase de tratamiento oncológico los niños presentan muchos síntomas y secuelas que les afectan negativamente, lo que hace importante el tratamiento para su mejora. La práctica de actividad física introduce mejoras en la masa muscular, la calidad de vida, la función del aparato cardiorrespiratorio y fomenta la integración social, además de que son ejercicios dinámicos que motivan e incentivan a los niños a realizar actividad física.

3. OBJETIVOS

Los objetivos planteados para la revisión son los siguientes:

3.1. Objetivo general:

El objetivo principal de esta revisión sistemática es analizar los efectos que produce el ejercicio terapéutico mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza en los estudios publicados hasta el momento para pacientes pediátricos con cáncer en fases de tratamiento médico.

3.2. Objetivos específicos:

1. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en la fuerza muscular en los niños en tratamiento oncológico.
2. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en la calidad de vida en los niños en tratamiento oncológico.
3. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en la marcha en los niños en tratamiento oncológico.
4. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en la aptitud cardiorrespiratoria en los niños en tratamiento oncológico.
5. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en los marcadores inflamatorios en los niños en tratamiento oncológico.
6. Analizar los efectos que producen los ejercicios aeróbicos y de fuerza en la fatiga en los niños en tratamiento oncológico.

4. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla el desarrollo metodológico seguido durante la realización del trabajo:

4.1. Diseño del estudio

Se llevó a cabo una revisión sistemática cualitativa de la literatura científica publicada sobre el ejercicio terapéutico como tratamiento conservador coadyuvante del tratamiento médico en niños con cáncer, siguiendo los criterios metodológicos específicos establecidos por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (22).

4.2. Estrategia de búsqueda

Se realizaron búsquedas bibliográficas durante los meses de marzo y abril de 2023 en las bases de datos electrónicas Pubmed, PEDro, Cochrane, Web of Science y Scopus. Para las búsquedas se utilizaron la combinación de los Medical Subjects Heading (MeSH): “neoplasm”, “leukemia”, “child”, “pediatrics”, “exercise”, “resistance training”, “endurance training” con los términos grises: “cancer”, “tumor”, “physical exercise”, “aerobic exercise” unidos todos ellos a través de los operadores booleanos “AND” y “OR”; tal como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda en las diferentes bases de datos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda
Pubmed	("Neoplasms"[Mesh]) OR ("Cancer") OR ("Tumor") OR ("Leukemia"[Mesh]) OR ("Leukaemia") OR ("Solid Tumor")) AND (("Child"[Mesh]) OR ("Pediatrics"[Mesh]) OR ("Adolescent"[Mesh])) AND (("Exercise"[Mesh]) OR ("Exercise Therapy"[Mesh]) OR ("Muscle Stretching Exercises"[Mesh]) OR ("Exercise Movement Techniques"[Mesh]) OR ("Resistance Training"[Mesh]) OR ("Physical Exercise") OR ("Physical Activity") OR ("Aerobic Exercise") OR ("Strength Training") OR ("Endurance Training") OR ("Therapeutic Exercise Program")) NOT ("Adult"[Mesh])
PEDro	childhood cancer (AND) exercise leukemia (AND)
Cochrane	(Neoplasms OR Cancer OR Tumor OR Leukemia OR Leukaemia OR Solid Tumor) AND (Child OR Pediatrics OR Adolescent) AND (Exercise OR Exercise Therapy OR Muscle Stretching Exercises OR Exercise Movement Techniques OR Resistance Training OR Physical Exercise OR Physical Activity OR Aerobic Exercise OR Strength Training OR Endurance Training OR Therapeutic Exercise Program) NOT (Adult)
Web of Science	(("Neoplasms") OR ("Cancer") OR ("Tumor") OR ("Leukemia") OR ("Leukaemia") OR ("Solid Tumor")) AND (("Child") OR ("Pediatrics") OR ("Adolescent")) AND (("Exercise") OR ("Exercise Therapy") OR ("Muscle Stretching Exercises") OR ("Exercise Movement Techniques") OR ("Resistance Training") OR ("Physical Exercise") OR ("Physical Activity") OR ("Aerobic Exercise") OR ("Strength Training") OR ("Endurance Training") OR ("Therapeutic Exercise Program")) NOT ("Adult")
Scopus	(("Neoplasms") OR ("Cancer") OR ("Tumor") OR ("Leukemia") OR ("Leukaemia") OR ("Solid Tumor")) AND (("Child") OR ("Pediatrics") OR ("Adolescent")) AND (("Exercise") OR ("Exercise Therapy") OR ("Muscle Stretching Exercises") OR ("Exercise Movement Techniques") OR ("Resistance Training") OR ("Physical Exercise") OR ("Physical Activity") OR ("Aerobic Exercise") OR ("Strength Training") OR ("Endurance Training") OR ("Therapeutic Exercise Program")) NOT Adult

4.3. Selección de artículos

A continuación, se exponen los criterios de selección:

4.3.1. Criterios de inclusión

Para que los estudios pudieran ser incluidos debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión, los cuales están definidos en base a la pregunta PICOS:

- P (Población): pacientes pediátricos y adolescentes (0-19 años) con diagnóstico de cualquier tipo de cáncer infantil.
- I (Intervención): tratamiento combinado de ejercicio aeróbico y de fuerza.
- C (Comparación): tratamiento estándar u otro tratamiento conservador.
- O (Resultados): efectos producidos en la fuerza muscular, calidad de vida, marcha, aptitud cardiorrespiratoria, marcadores inmunológicos e inflamatorios y fatiga.
- S (Tipo de estudio): ensayos clínicos aleatorizados (ECAs).

4.3.2. Criterios de exclusión

Los estudios fueron excluidos cuando: los pacientes padecían de otras patologías además de cáncer; se comparaban con niños sanos; se realizaban otros tratamientos como ejercicio con realidad virtual, ejercicios cognitivos o ejercicios realizados en el agua; artículos no escritos en inglés o español; artículos que no reportaban variables de interés o no estuviesen medidas con herramientas estandarizadas.

4.3.3. Proceso de selección de artículos

El proceso de selección de artículos se inició con una fase de identificación, en la que combinando las palabras clave, se efectuaron las estrategias de búsqueda en las diferentes bases de datos. De los resultados obtenidos, se eliminaron los duplicados y de ahí se excluyeron los que no fueran ensayos clínicos aleatorizados. De los artículos restantes, se realizó un primer análisis seleccionando posibles artículos por el título, palabras clave y el resumen.

A continuación, aquellos artículos que parecían cumplir con los criterios de inclusión pasaron por un segundo análisis más exhaustivo, donde se evaluaron a texto completo para decidir su elección.

4.4. Medidas de evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los artículos fue valorada a través de la escala PEDro (Anexo 1), la cual consta de 11 ítems, de los cuales se puntúan solamente 10, ya que el primer criterio no se utiliza para el cálculo de la puntuación de la escala debido a que no influye en la validez interna (23).

La finalidad de esta escala es permitir que se identifiquen qué ECAs tienen validez interna, externa y suficiente información estadística como para que sus resultados se puedan interpretar. Además, no se debe utilizar para medir la validez de las conclusiones de los estudios ni para saber la evidencia de un tratamiento ya que no quiere decir que éste sea útil (23).

Cuando un ítem se cumple claramente se le otorga una puntuación de 1, y de 0 si no se cumple, pudiendo obtener un máximo de 10 puntos. Dependiendo de la suma total de estos puntos, se

adquiere una determinada calidad metodológica: un resultado de 4 o inferior sería considerado como calidad metodológica “pobre”, 4-5 como calidad “regular”, 6-8 como calidad “buena” y finalmente una puntuación de 9 o 10 como calidad “excelente” (24).

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados del trabajo:

5.1. Selección de artículos

Tras aplicar las estrategias de búsqueda en las bases de datos analizadas, se obtuvieron un total de 6998 artículos (1123 en Pubmed, 62 en PEDro, 1024 en Cochrane, 3371 en Web of Science y 1418 en Scopus).

Se eliminaron los duplicados (n=2099) y a continuación, se excluyeron 4292 por no ser ECAs. Los 607 artículos restantes fueron revisados por el título y resumen, de los cuales se seleccionaron 45 artículos para ser analizados de una forma más exhaustiva. Estos se evaluaron a texto completo y se descartaron un total de 35 por no cumplir con los criterios de inclusión.

Finalmente, 10 artículos fueron incluidos para el análisis de la revisión sistemática; de los cuales 9 son estudios primarios y uno (25) es un análisis secundario de otro estudio (26). Este proceso de selección se muestra en el diagrama de flujo (Figura 1).

5.2. Características de los estudios incluidos

Un total de 9 estudios primarios y un análisis secundario fueron incluidos, de los cuales 6 se comparan con un grupo control (25–30) y los 4 restantes con un grupo que realiza otra intervención conservadora (31–34), comprendiendo un total de 473 pacientes pediátricos y adolescentes con cáncer (la muestra del análisis secundario no fue añadida a la muestra total) con edades comprendidas entre los 4 y los 19 años. Todos ellos fueron diagnosticados de cáncer y todos estaban recibiendo tratamiento con quimioterapia (25,26,28–32), radioterapia (25,26,29), sometidos a trasplante autólogo (29,33,34) o alogénico (27,33,34) de células madre hematopoyéticas y, además, en 2 estudios algún paciente fue intervenido con cirugía (28,29).

Fueron clasificados según el tipo de cáncer infantil que padecían entre los que destacan: leucemia (28,29,33,34) (LLA (25–27,30,32), LMA (27)), linfoma (25,26,28,29,31,33,34), tumor del SNC (25,26,28,29), tumor óseo (28,29,31), síndrome mielodisplásico (SMD) (27,33,34), tumor de células germinales (28,31), sarcoma (31,34), neuroblastoma (31,34) u otros tumores. En la mayoría de los artículos predomina el sexo masculino. El tamaño de las muestras fue bastante heterogéneo variando desde los 6 pacientes hasta los 107. Las características de los estudios incluidos en la revisión se detallan en la tabla 2.

Figura 1. Diagrama de Flujo

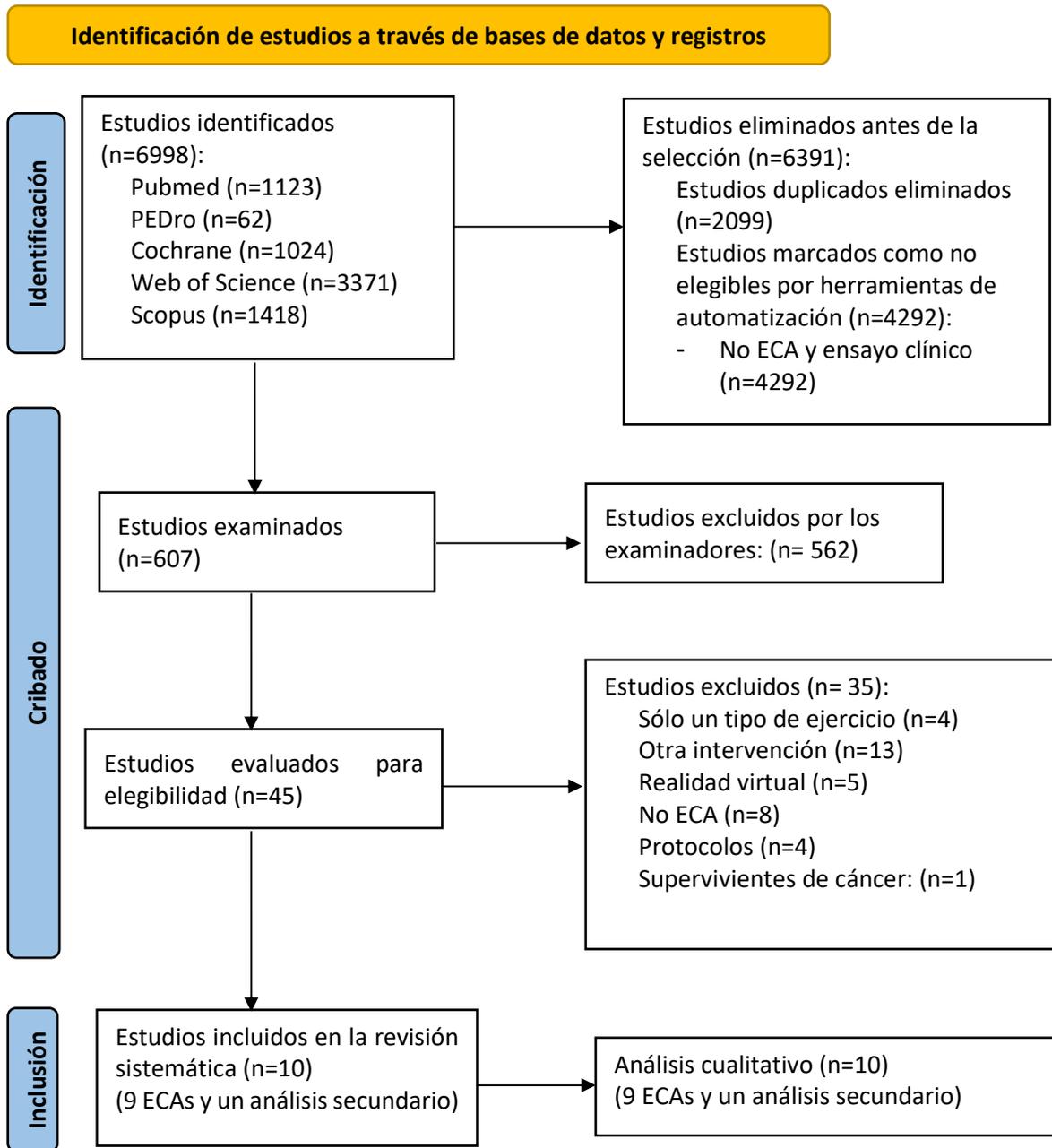


Tabla 2. Características de los estudios incluidos en la revisión.

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control									
	Participantes		Tipo de cáncer	Tipo de tratamiento	Intervención		Resultados (herramientas)	Resultados principales	Seguimiento del estudio
Autor (año)	N (sexo)	Edad media (DE)			Grupo experimental	Grupo control			
Chamorro-Viña et al., (2017) (27)	6 GE: 3 1 (H) 2 (M) GC: 3 3 (M)	GE: 12,6 GC: 13,3	Carcinoma nasofaríngeo (n=1), inmunodeficiencia (n=1), LLA (n=1), LMA (n=2), SMD (n=1)	Trasplante alogénico de células madre hematopoyéticas (n=6)	10 semanas Tratamiento médico habitual + Programa de ejercicios de fuerza y aeróbicos y estiramiento en el hospital y en casa	Atención médica habitual	Fuerza muscular MMSS y MMII (6RM) Células CD56 ^{dim} y células NK (Citometría de flujo) IL (Ensayo de citoquinas) Movilidad funcional (TUG y TUDS)	No diferencias significativas entre grupos ↑ NKCC y CD56 ^{dim} GE vs GC No diferencias significativas entre grupos No diferencias significativas entre grupos	No especificado
Lam et al., (2018) (28)	70 GE: 37 20 (H) 17 (M) GC: 33 15 (H) 18 (M)	GE: 12,8 (2,5) GC: 12,5 (2,5)	Leucemia (n=30), linfoma (n=15), tumor cerebral (n=11), tumor de células germinales y gonadales (n=6), tumor óseo (n=4) u otro tumor (n=4)	Quimioterapia (n=49), cirugía (n=5) o método mixto (n=16)	24 semanas Tratamiento médico habitual + Charla de educación sanitaria + Ejercicios de fuerza, aeróbicos, respiración y relajación y estiramientos + 30' inglés	Atención médica habitual + Charla de educación sanitaria + Intervención placebo (jugar a las cartas, al ajedrez y consejos de salud) + 30' inglés	Fuerza de prensión (dinamómetro) Calidad de vida (PedsQL 3.0) Fatiga (versión china de la escala de fatiga) Niveles de actividad física (CUHK-PARCY) Autoeficacia de la actividad física (Escala PASE)	↑ Fuerza presión mano GE vs GC ↑ Calidad de vida GE vs GC ↓ Fatiga GE vs GC ↑ Nivel de actividad física GE vs GC ↑ Autoeficacia GE vs GC	No especificado

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control									
	Participantes		Tipo de cáncer	Tipo de tratamiento	Intervención		Resultados (herramientas)	Resultados principales	Seguimiento del estudio
Autor (año)	N (sexo)	Edad media (DE)			Grupo experimental	Grupo control			
Marchese et al., (2004) (30)	28 GE: 13 5 (H) 8 (M) GC: 15 3 (H) 12 (M)	GE: 7,5 (7,6) GC: 8,3 (8,6)	LLA (n=28)	Quimioterapia (n=28)	Tratamiento médico habitual + 5 sesiones de estiramiento manual, actividad aeróbica y fortalecimiento + 16 semanas de programa en casa de ejercicios de estiramiento y fortalecimiento y actividad aeróbica	Atención médica habitual	Fuerza extensión rodilla y dorsiflexión tobillo (dinamómetro) Calidad de vida (PedsQL 3.0) Capacidad funcional máxima y resistencia del sistema cardiorrespiratorio (9MWT) Movilidad funcional (TUDS) ROM tobillo (goniómetro)	↑ Fuerza extensión rodilla GE vs GC No diferencias significativas entre grupos en calidad de vida, sistema cardiorrespiratorio y movilidad funcional ↑ ROM GE vs GC	No especificado
Saultier et al., (2021) (29)	80 GE: 41 23 (H) 18 (M) GC: 39 23 (H) 16 (M)	GE: 11,4 (0,6) GC: 11,2 (0,6)	Leucemia (n=31), linfoma (n=16), tumor cerebral (n=12), tumor óseo (n=12) u otro tumor sólido (n=9)	Quimioterapia (n=77), trasplante de células madre (n=11), radioterapia (n=21) o cirugía (n=29)	24 semanas Atención médica habitual + Ejercicios de fuerza, equilibrio y propiocepción y entrenamiento aeróbico	Atención médica habitual + Actividades recreativas sin ejercicio (juegos de mesa, cuentacuentos, actividades manuales)	Fuerza MMSS y MMII Resistencia músculos tronco (seg.), abdomen (abdominales) Calidad de vida (Escala VSP-A) Marcha (6MWT)	↑ Fuerza tanto MMSS como MMII GE vs GC ↑ Resistencia tronco GE vs GC ↑ Resistencia abdominal GE vs GC ↑ Calidad de vida en el aspecto de ocio ↑ Distancia marcha GE vs GC	24 semanas ↑ Fuerza MMSS GE vs GC ↑ Resistencia abdominal GE vs GC ↑ Calidad de vida ↑ Distancia 6MWT

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control									
	Participantes		Tipo de cáncer	Tipo de tratamiento	Intervención		Resultados (herramientas)	Resultados principales	Seguimiento del estudio
Autor (año)	N (sexo)	Edad media (DE)			Grupo experimental	Grupo control			
							Flexibilidad (Test Sit and Reach) Equilibrio (Prueba de flamenco) Autoestima (escala PSI-VSF)	↑ Flexibilidad GE vs GC ↑ Equilibrio GE vs GC ↑ Autoestima GE vs GC	↑ Flexibilidad GE vs GC ↑ Equilibrio GE vs GC
Stössel et al., (2020) (26)	33 GE: 16 10 (H) 6 (M) GC: 17 10 (H) 7 (M)	GE: 10,6 (5,19) GC: 11,4 (4,25)	Leucemia o linfoma de células T (n=15), tumor SNC (n=4), otros tumores (n=14)	Quimioterapia y/o radioterapia	8 semanas Tratamiento médico habitual + Entrenamiento aeróbico y de fuerza finalizando con ejercicios de equilibrio y estiramiento	Atención médica habitual	Fuerza musculatura flexora de piernas y brazos (dinamómetro) Calidad de vida (cuestionario KINDL) Rendimiento de la marcha (6MWT) Fatiga (PedsQL 3.0) Nivel de actividad física (cuestionario MoMo)	↑ Fuerza flexora piernas GE vs GC Fuerza flexora brazos no diferencias entre grupos ↑ Calidad vida (autoestima, fuerza y resistencia) GE vs GC ↑ Rendimiento marcha GE vs GC ↓ Fatiga GE ↑ Nivel de actividad física GE vs GC	No especificado
Winker et al., (2022) (25)	25 GE: 11 5 (H) 6 (M) GC: 14 7 (H) 7 (M)	GE: 11,19 (5,6) GC: 11,28 (4,41)	Leucemia aguda o linfoma de células T (n=11), tumor de SNC (n=3) u otros tumores (n=11)	Quimioterapia y/o radioterapia		Atención médica habitual	Marcadores inflamatorios (NLR, PLR, SII)	↓ SII GE vs GC NLR y PLR no diferencias significativas entre ambos grupos	No especificado

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador									
	Participantes		Tipo de cáncer	Tipo de tratamiento	Intervención		Resultados (herramientas)	Resultados principales	Seguimiento del estudio
Autor (año)	N (sexo)	Edad media (DE)			Grupo experimental	Grupo control			
Cox et al., (2018) (32)	107 GE: 53 34 (H) 19 (M) GC: 54 36 (H) 18 (M)	4-18	LLA	Quimioterapia (n=107)	135 semanas Tratamiento médico habitual + Estrategias de motivación + Ejercicios de fuerza, aeróbicos, estiramientos, ejercicios destinados a la mejora del ROM y habilidades motoras gruesas	Atención médica habitual + Recomendación de realizar estiramientos pasivos de tobillo y estiramientos del tronco	Fuerza muscular (dinamómetro) Calidad de vida (CHQ) Resistencia cardiovascular (6MWT) DMO lumbar (DXA) ROM tobillo (goniómetro) Actividad física (acelerómetro) Competencia motora (BOTSF-2)	No diferencias significativas entre grupos en fuerza, CV, resistencia cardiovascular y DMO lumbar ↑ ROM tobillo izquierdo GC vs GE No diferencias significativas entre grupos en actividad física y competencia motora	No especificado
Fiuza-Luces et al., (2017) (31)	49 GE: 24 17 (H) 7 (M) GC: 25 18 (H) 7 (M)	GE: 10 (1) GC: 11 (1)	Tumor sólido extracraneal (LH (n=6) y LNH (n=12), sarcoma tejidos blandos (n=7), tumor óseo (n=17), neuroblastoma (n=4), tumor de Wilm (1) y tumor de células germinales (n=2))	Quimioterapia (n=49)	19 semanas Tratamiento médico habitual + Ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza + Atención hospitalaria regular	Atención médica habitual + Atención hospitalaria regular	Fuerza muscular (5RM) Calidad de vida (PedsQL 3.0) Aptitud cardiorrespiratoria (VO ₂ máx.) Presión arterial (acelerometría) Capacidad funcional en AVD (TUG y TUDS)	↑ fuerza GE vs GC No diferencias significativas entre grupos en calidad de vida, aptitud cardiorrespiratoria, presión arterial y capacidad funcional en AVD	2 meses: ↑ fuerza GE vs GC

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador									
	Participantes		Tipo de cáncer	Tipo de tratamiento	Intervención		Resultados (herramientas)	Resultados principales	Seguimiento del estudio
Autor (año)	N (sexo)	Edad media (DE)			Grupo experimental	Grupo control		Autor (año)	N (sexo)
Jung et al., (2021) (34)	47 GE: 21 14 (H) 7 (M) GC: 26 15 (H) 11 (M)	GE: 11,3 (3,6) GC: 11,3 (3,7)	Leucemia (n=23), SMD (n=7), neuroblastoma (n=3), enfermedad hematológica (n=4), sarcoma de tejidos blandos (n=4), linfoma (n=5) y tumor maligno (n=1)	Trasplante alogénico o autólogo de células madre hematopoyéticas	Tratamiento médico habitual + Entrenamiento aeróbico, de fuerza y flexibilidad	Atención médica habitual + Entrenamiento de concentración, ejercicios perceptuales y de relajación	Fatiga relacionada con el cáncer (PedsQL 3.0)	↓ Fatiga en las dimensiones GF, TFS y SRF intragrupo GE	24 semanas (n=4) ↓ Fatiga en las dimensiones GF, TFS y SRF intragrupo GE
Wallek et al., (2018) (33)	53 GE: 26 18 (H) 8 (M) GC: 27 17 (H) 10 (M)	4-17	Enfermedades hematopoyéticas (leucemias (n=30), SMD (n=5), tumor sólido (n=8), linfoma maligno (n=5), enfermedades congénitas (n=2), anemia de Fanconi (n=2) y otros tumores (1)	Trasplante alogénico (n=45) o autólogo (n=8) de células madre hematopoyéticas	Tratamiento médico habitual + Entrenamiento aeróbico y ejercicios de fuerza y flexibilidad	Atención médica habitual + Programa sin ejercicio (entrenamiento mental y de relajación)	Capacidad de resistencia submáxima (6MWT)	↑ Capacidad de resistencia GE vs GC y dentro del GC	No especificado

AVD: Actividades de la vida diaria / BOTSF-2: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2 / CF: fatiga cognitiva / CHQ: Child Health Questionnaire / CUHK-PARCY: The Chinese University of Hong Kong: Physical Activity Rating for Children and Youth / CV: calidad de vida / DE: Desviación estándar / DMO: Densidad mineral ósea / DXA: Absorciometría con

rayos X de doble energía / Et. al: Y otros autores / GC: Grupo control / GE: Grupo experimental / GF: fatiga general / IMC: Índice de masa corporal / LLA: Leucemia linfocítica o linfoblástica aguda / LMA: Leucemia mieloide aguda / MMII: Miembros inferiores / MMSS: Miembros superiores / MWT: Minute walk test / N: Muestra / NK: Célula natural killer / NLR: Proporción de neutrófilos a linfocitos / PASE: Physical Activity Scale for the Elderly / PedsQL: Pediatric Quality of Life Inventory / PLR: Proporción de plaquetas a linfocitos / PSI-VSF: Autoinventario Físico-Discapacidad Intelectual / VSP-A: Salud vivida y percibida del adolescente / SII: Índice de inflamación inmune sistémica / SMD: síndrome mielodisplásico / SNC: Sistema nervioso central / SRF: fatiga de sueño y descanso / TFS: puntuación total de fatiga / TUDS: Timed Up and Down Stairs / TUG: Timed Up and Go

5.3. Características de la intervención

Todos los pacientes de los estudios incluidos se encuentran en tratamiento contra el cáncer (quimioterapia, radioterapia, trasplante o cirugía), y es el grupo experimental (GE) el que recibe la intervención que se va a estudiar en comparación con un grupo control (GC), el cual se somete también al tratamiento médico.

El GE recibe una intervención basada en un programa de ejercicio terapéutico que incluye como parte central fundamentalmente entrenamiento aeróbico y ejercicios de fuerza. En algún estudio, estos ejercicios van precedidos de una fase de calentamiento (25–27,29,31), pudiéndose acompañar después con ejercicios de equilibrio o propiocepción (29) y finalizando en la mayoría de los estudios con un periodo de enfriamiento (25–30,33), en el cual se realiza sobre todo estiramientos (25,26,28,29,33) y ejercicios de relajación (25,26,28,29). Esta intervención va enfocada principalmente a la recuperación de la fuerza muscular y el rango articular, así como a mejorar la calidad de vida y el nivel de fatiga física.

Por otro lado, algún estudio se compara con un grupo control que recibe la atención médica habitual (25–30), mientras que en otros se compara con un grupo que realiza otro tratamiento conservador como recomendaciones sanitarias de realizar estiramientos (32) o un programa basado en ejercicios de concentración y relajación (33,34).

Esta intervención se realiza tanto en el entorno hospitalario (25–27,29–34) supervisada por profesionales sanitarios como en programas domiciliarios (25–28,30,32,34), y las sesiones en todos los estudios duraron en torno a una hora. La frecuencia semanal y la duración del tratamiento en semanas varía bastante entre unos y otros debido a la duración del tratamiento anticancerígeno que se utiliza en cada caso y del estado de salud de cada paciente. Por ejemplo, el estudio de Cox et al., (32) es el que mayor duración emplea, siendo de 135 semanas. Seguidamente, hay otras intervenciones de 24 (29), 19 (31) y 16 (30) semanas mientras que los de Chamorro-Viña et al., (2017) (27), Stössel et al., (2020) (26) y Jung et al., (2021) (34) son los de menor duración con 10, 8 y 6 semanas respectivamente.

Tabla 3. Características de las intervenciones.

Estudio	Tipo de ejercicio	Duración de la sesión, '	Frecuencia, sesiones por semana	Duración, semanas	Sesiones totales
Chamorro-Viña et al., (2017) (27)	Programa intrahospitalario: calentamiento (cicloergómetro de baja intensidad), ejercicios de fuerza (11 ejercicios, una serie de 8-12 repeticiones), entrenamiento aeróbico (cicloergómetro, andar y juegos aeróbicos con pelota o saltos al 50-70% de la FC máxima) y enfriamiento Programa en el hogar: ejercicio aeróbico (al 50-70% de la FC máxima) y ejercicios de fuerza (a través de juegos en la consola Wii Fit, al 70-80% de 1RM)	Hospital: 60' (10' calentamiento, ejercicios de fuerza, entrenamiento aeróbico y 10' enfriamiento) Hogar: 60' (20-30' ejercicios aeróbicos y 30' ejercicios de fuerza)	3	10	30
Cox et al., (2018) (32)	Ejercicios de fuerza, aeróbicos, rango de movimiento y habilidades motoras gruesas	Recomendados 30'	Una vez a la semana durante las semanas 1-4, una vez cada dos semanas durante las semanas 5-8 y una vez al mes durante las semanas 9-135.	135	38
Fiuza-Luces et al., (2017) (31)	Calentamiento (ejercicio aeróbico en cicloergómetro, cinta rodante, manivela de brazos y juegos aeróbicos al 60-70% de la FC máxima) y ejercicios de fuerza (2-3 series de 8-15 repeticiones con descanso de 1-2 min. entre series)	60-70' (30' de calentamiento a través de ejercicio aeróbico y 30' ejercicios de fuerza)	3	19	57
Jung et al., (2021) (34)	Entrenamiento aeróbico, de fuerza de MMII y musculatura de tronco (3-6 ejercicios, 1-3 series de 8-15 repeticiones, con descanso de 1-2 min. Entre series)	45-60'	5	4-6	30
Lam et al., (2018) (28)	Ejercicios de fortalecimiento y resistencia, aeróbicos, estiramientos y relajación	60'	2 (las 1 ^{as} 4 semanas) y después una	24	28

Estudio	Tipo de ejercicio	Duración de la sesión,'	Frecuencia, sesiones por semana	Duración, semanas	Sesiones totales
Marchese et al., (2004) (30)	5 sesiones de programa de ejercicio terapéutico en el hospital fisioterapia (estiramientos manuales, ejercicios de estiramiento, fortalecimiento y actividad aeróbica) Programa de ejercicio terapéutico en el hogar: estiramiento bilateral de tobillo (30 seg. 5 días/semana), ejercicios de fuerza de EEII (3 series de 10 repeticiones, 3 días/semana) y ejercicio aeróbico (caminar, andar en bicicleta o nadar, todos los días)	20-60'	Programa en el hogar: estiramientos 5/semana, ejercicios de fuerza 2/semana y ejercicio aeróbico todos los días	16	No especificado
Saultier et al., (2021)(29)	30 sesiones de calentamiento muscular, articular y cardíaco, ejercicios de fuerza, equilibrio y propiocepción 15 sesiones de ejercicios aeróbicos (baile, natación, baloncesto, bádminton, remo, esquí, etc. Al 60-70% de la FC máxima), previo calentamiento y posterior enfriamiento con estiramiento y relajación	30-90' (fuerza y musculación, ejercicios de equilibrio y propiocepción) 90-240' (ejercicio aeróbico)	2	24	45
Stössel et al., (2020) (26) y Winker et al., (2022) (25)	Calentamiento (ejercicios lúdicos como juegos con pelota), entrenamiento aeróbico (cicloergómetro, caminata y ejercicios aeróbicos al 60-75% de la FC máxima), ejercicios de fuerza y enfriamiento (juegos de baja intensidad, relajación y estiramiento)	45-60' (calentamiento, 15-20' de ejercicio aeróbico, 6-10' de ejercicios de fuerza y enfriamiento).	2-3	8	24
Wallek et al., (2018) (33)	Ejercicio aeróbico (cicloergómetro o a través de juegos al 60-80% de la FC máxima), ejercicios de fuerza (1-3 series de 5-8 repeticiones), y estiramientos activos y pasivos (1-3 veces de 10-15 seg.)	60' (10-30' ejercicio aeróbico, 10-20' ejercicios de fuerza y 5-10'ejercicios de estiramiento)	5	No especificado	No especificado

5.4. Calidad metodológica

De los 9 estudios primarios y un análisis secundario incluidos en la revisión, 4 tienen una puntuación de 7/10 y 2 de 6/10. De los restantes, 3 tienen una puntuación de 5/10 y solamente uno de 4/10. En la tabla 4 se observan los ítems y puntuaciones individuales de cada uno de los ensayos clínicos obtenidos en la escala PEDro.

Tabla 4. Resultados escala PEDro.

Estudio	Ítems											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Chamorro-Viña et al., (2017) (27)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	6/10
Cox et al., (2018) (32)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	6/10
Fiuza-Luces et al., (2017) (31)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/10
Jung et al., (2021) (34)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	7/10
Lam et al., (2018) (28)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7/10
Marchese et al., (2004) (30)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7/10
Saultier et al., (2021) (29)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	5/10
Stössel et al., (2020) (26) y Winker et al., (2022) (25)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	5/10
Wallek et al., (2018) (33)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	4/10

5.5. Análisis de la eficacia terapéutica

Todas las variables a estudio fueron evaluadas antes de iniciar la intervención y una vez finalizada, tanto para el grupo experimental como para el grupo control, y los resultados obtenidos se compararon entre ambos grupos.

Respecto a las variables, la más estudiada fue la fuerza muscular (26–32), analizada en 7 artículos, seguida de la calidad de vida (26,28–32), la marcha y aptitud cardiorrespiratoria (26,29–33), que se midieron en 6 artículos. Solamente 3 estudios midieron las variables inmunológicas e inflamatorias (25,27,32) y la fatiga (26,28,34).

5.5.1. Fuerza muscular

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control

La fuerza muscular fue valorada a través de dinamometría (26,28,30) o del cálculo de RM (27), y en 4 de los 5 ensayos clínicos hubo diferencias significativas entre grupos.

El estudio de Lam et al., (2018) (28) evaluó la fuerza de presión manual en el que se concluyeron mejoras entre ambos grupos tanto en la mano derecha ($p=0,006$) como en la izquierda ($p=0,045$). De los otros 3, todos ellos midieron la fuerza de miembros superiores e inferiores. En Saultier et al., (2021) (29) hubo mejoras a los 6 meses en MMSS ($p<0,001$) y en MMII ($p=0,04$), mientras que a los 12 meses sólo hubo diferencias en MMSS ($p=0,009$). Este último, también

obtuvo mejoras significativas en la fuerza muscular abdominal tanto a los 6 meses ($p < 0,001$) como a los 12 meses ($p = 0,04$) y en la resistencia de tronco a los 6 meses ($p = 0,001$). De los otros 2, Marchese et al., (2004) (30) obtuvieron mejoras entre ambos grupos en la fuerza de extensión de la rodilla ($p < 0,01$), mientras que en la fuerza de dorsiflexión del tobillo no hubo diferencias estadísticamente significativas. En Stössel et al., (2020) (26), sólo hubo cambios significativos en la fuerza flexora de piernas ($p = 0,027$). Por otro lado, Chamorro-Viña et al., (2017) (27) evaluaba la fuerza de brazos y piernas, pero no encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador

Fiuza-Luces et al., (2017) (31) obtuvieron mejoras estadísticamente significativas entre grupos tanto en MMSS como MMII ($p < 0,001$), mientras que Cox et al., (2018) (32) valoraron la fuerza en la flexión dorsal de tobillo a través de dinamometría, la cual no mejoró de manera significativa.

5.5.2. Calidad de vida

La calidad de vida incluye variedad en las herramientas utilizadas para su medición como las escalas PedsQL 3.0 (28,30,31), KINDL (26), VSP-A (29) o la CHQ (32).

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control

En 3 de los ensayos clínicos hubo mejoras estadísticamente significativas en la calidad de vida. Stössel et al., (2020) (26) mediante la escala KINDL objetivó mejoras en la subescala de autoestima ($p = 0,035$) en el cuestionario pasado a los padres y en las subescalas de bienestar físico ($p = 0,003$), mental ($p = 0,02$) y autoestima ($p = 0,024$) reportado por los pacientes. Saultier et al., (2021) (29) obtuvieron mediante la escala VSP-A mejoras estadísticamente significativas en el GE respecto al GC a los 6 meses ($p = 0,04$), sobre todo en el apartado de ocio ($p = 0,03$) y en el seguimiento tras 12 meses de finalizar el tratamiento aumentaron significativamente ($p = 0,01$) destacando los apartados de vitalidad, ($p = 0,04$), actividades de ocio ($p = 0,03$) y bienestar físico ($p = 0,009$). En Lam et al., (2018) (28) se pasó una versión china de la escala PedsQL 3.0 y tras 9 meses se obtuvieron niveles más altos ($p = 0,045$). Sin embargo, en el estudio de Marchese et al., (2004) (30) no hubo mejoras estadísticamente significativas en ninguna dimensión de los cuestionarios.

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador

En ninguno de los 2 estudios que valoraron la calidad de vida se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en ninguna dimensión de los cuestionarios (31,32).

5.5.3. Marcha y aptitud cardiorrespiratoria

Seis de los estudios incluidos valoran la capacidad cardiorrespiratoria durante la marcha. En todos ellos se midieron utilizando la escala 6MWT (26,29,32,33), excepto en uno que se utilizó la 9MWT (30) y en otro a través de los valores fisiológicos de $VO_{2\text{máx}}$ y presión arterial (31).

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control

En 2 de los estudios se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p = 0,02$; $p = 0,049$) en el GE en comparación con el GC en la prueba 6MWT tras el programa de entrenamiento (26,29). Además, en el estudio de Saultier et al., (2021) (29) se observaron

mejoras tanto a corto (6 meses) como a largo plazo (12 meses) ($p=0,007$). En el estudio de Marchese et al., (2004) (30) no se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas.

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador

En el estudio de Wallek et al., (2018) (33) mejoró significativamente ($p<0,001$) el grupo intervención en comparación con el control en la prueba de 6MWT. En los otros 2 ensayos clínicos, la diferencia entre el inicio y el final de la intervención en ambos grupos no es estadísticamente significativa (31,32).

5.5.4. Marcadores inmunológicos e inflamatorios

Tres estudios que tuvieron en cuenta las variables inmunitarias obtuvieron valores de marcadores inflamatorios (NLR, DLR, SII) (25), células NK y citoquinas (27) y la densidad mineral ósea (32).

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control

Winker et al., (2022) (25) analizaron el índice de inflamación inmune sistémica (SII), la proporción de neutrófilos a linfocitos (NLR) y la proporción de plaquetas a linfocitos (PLR), encontrando únicamente una disminución estadísticamente significativa en los valores del SII en el GE en comparación con el GC ($p=0,036$), aunque en el GE el NLR también tuvo tendencia a disminuir sus niveles mientras en el grupo control tendieron a aumentar.

Chamorro-Viña et al., (2017) (27) realizaron un estudio inmunológico de células NK y citoquinas, en el cual hubo un aumento significativo del subtipo CD56^{dim} de células NK dentro del GE ($p<0,03$). Sin embargo, no se mostraron cambios estadísticamente significativos en los valores de las diferentes muestras de citoquinas.

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador

En Cox et al., (2018) (32) se midió la densidad mineral ósea (DMO) de la columna lumbar, pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

5.5.5. Fatiga

Los 3 estudios que midieron la fatiga utilizaron la escala PedsQL 3.0 (26,28,34).

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. control

Los 2 ensayos clínicos que evaluaron la fatiga antes y después de la intervención obtuvieron resultados positivos. En el estudio de Stössel et al., (2020) (26) disminuyó significativamente el nivel de fatiga relacionada con el cáncer ($p=0,01$) y en el estudio de Lam et al., (2018) (28), en el GE hubo una disminución estadísticamente significativa tanto para la fatiga autoinformada ($p=0,026$) como para la informada por los padres ($p=0,013$).

Ejercicio aeróbico y de fuerza vs. Otro tratamiento conservador

Jung et al., (2021) (34) obtuvieron mejoras estadísticamente significativas dentro del GE para las subescalas fatiga general ($p<0,01$), puntuación total de fatiga ($p<0,01$) y fatiga relacionada con el sueño ($p<0,01$) tanto al finalizar la intervención como a los 6 meses de haber finalizado el tratamiento médico.

6. DISCUSIÓN

El objetivo de la presente revisión fue analizar en los estudios publicados hasta el momento, los efectos que produce la combinación del ejercicio aeróbico y de fuerza en cuanto a las variables de fuerza muscular, calidad de vida, marcha, aptitud cardiorrespiratoria, marcadores inmunológicos e inflamatorios y fatiga, en niños y adolescentes con cáncer en fase de tratamiento oncológico.

La intervención de fisioterapia realizada en el grupo experimental basada en ejercicio terapéutico combinando aeróbico y fuerza, ha revelado ser efectiva para el abordaje a corto plazo (post-intervención) de estos pacientes. Ha demostrado que produce mejoras en niños y adolescentes en las variables a estudio, las cuales se ven gravemente alteradas en los pacientes que padecen esta enfermedad. En 5 de los 7 ensayos clínicos que evaluaron la fuerza muscular se encontraron diferencias significativas entre grupos, destacando mejorías en la fuerza de prensión manual (28), la fuerza muscular abdominal y de tronco (29), en miembros superiores e inferiores (29,31), y en la fuerza de extensión de rodilla (30) y flexora de piernas a corto plazo (26). Los niños mejoraron su calidad de vida (28) en variables como la autoestima y el bienestar físico y mental (26) y los padres en lo referente a la autoestima y el ocio (29). Además, en 3 de 6 estudios la capacidad cardiorrespiratoria durante la marcha reflejada a través de la prueba 6MWT mejoró. Los marcadores inmunológicos se vieron aumentados (27) y los inflamatorios disminuidos (25). Ambos valores, aunque principalmente la inflamación existente, repercuten en que la enfermedad prospere. Sin embargo, la actividad física y en especial el entrenamiento aeróbico y de fuerza, provocan su disminución (35). Además, en los 3 estudios que evaluaron la fatiga ésta se vio disminuida a corto plazo (26,28,34).

En cuanto a la evaluación de la calidad metodológica según la escala PEDro, se observó que 6 artículos alcanzaron una buena calidad metodológica (27,28,30–32,34), 3 tuvieron una calidad metodológica regular (25,26,29) y uno una calidad metodológica pobre (33). Como principal deficiencia en todos los artículos, se puede resaltar la falta de cegamiento tanto de los pacientes como de los terapeutas que se encargan de la intervención. Además, en 6 de ellos la asignación no fue oculta (25,26,29,31–33) y en 5 estudios los evaluadores de los resultados tampoco fueron cegados (25,26,28,29,33).

Baumann et al., (2013) (36) en su revisión sobre los efectos del ejercicio terapéutico en oncología pediátrica, observó mejoras estadísticamente significativas principalmente en la fuerza muscular, fatiga y calidad de vida, resultados que concuerdan con la presente revisión. Además, analizó los parámetros inmunitarios, pero no encontró mejoras estadísticamente significativas. Da Silva et al., (2021) (37) buscaba analizar los efectos de un programa de ejercicio aeróbico y de fuerza en niños y adolescentes con cáncer en periodo de hospitalización. Mostró mejoras en la fuerza muscular de miembros superiores e inferiores, la aptitud cardiorrespiratoria y la capacidad funcional, aunque no en la calidad de vida. En cuanto al número de series y de repeticiones de los ejercicios de fuerza de la intervención se asimilan a nuestra revisión. Zang et al., (2023) (38) estudió los efectos de un entrenamiento aeróbico y de fuerza en niños con tumores malignos. Encontraron mejoras estadísticamente significativas en la fuerza muscular de extremidades superiores e inferiores, la calidad de vida, la marcha y la fatiga. Sin embargo, la aptitud cardiorrespiratoria, valorada principalmente por el pico de $VO_2 máx$, no obtuvo mejoras significativas. Por otro lado, cabe destacar que el tamaño muestral de las demás investigaciones

es bastante menor y, al igual que esta revisión, la falta de homogeneidad en las intervenciones hace que no existan recomendaciones de este programa de ejercicios basadas en la evidencia.

Saultier et al., (2021) (29) muestran que las mejoras en la fuerza de MMSS, la resistencia abdominal, la calidad de vida y la capacidad cardiorrespiratoria durante la marcha se mantienen a largo plazo (12 meses). Jung et al., (2021) (34) evidencian la consiguiente disminución de la fatiga a medio plazo (6 meses). Respecto a las revisiones contrastadas, solamente Da Silva et al., (2021) (37) incluyó el estudio de la fuerza muscular, la aptitud cardiorrespiratoria y la capacidad funcional a medio plazo (20 semanas), cuyas mejoras se mantuvieron.

En todos los estudios incluidos en esta revisión, la intervención se centra en un programa terapéutico de entrenamiento aeróbico y ejercicios de fuerza, cuya duración habitual es de aproximadamente una hora. Cabe destacar que, en la gran mayoría, el ejercicio aeróbico se trabaja a una intensidad moderada dentro del 50-80% de la FCM (25-27,29,31,33) y de los ejercicios de fuerza realizan unas 3 series de 8-10 repeticiones (27,30,31,33,34). Además, en general incluyen una fase de calentamiento previa (25-27,29,31) y un periodo de enfriamiento final (25-29,33), donde se realizan estiramientos (25,26,28,29,33) y ejercicios de relajación (25,26,28,29), por lo que se puede considerar que los protocolos de ejercicio son homogéneos. Por otro lado, la frecuencia de las sesiones por semana y la duración de la intervención por semanas es bastante heterogénea, variando de 2 a 5 sesiones por semana y de 6 a 135 semanas totales, lo que hace que las sesiones totales que realiza cada paciente sean bastante dispares.

La presente revisión sistemática no está exenta de limitaciones. La revisión presenta un número limitado de artículos incluidos, así como un limitado tamaño muestral total, debido a unos criterios de inclusión y exclusión muy específicos. Además, no existe homogeneidad en relación con la duración del tratamiento ni en cuanto a la frecuencia semanal, incluso en algunos artículos ni se especifica, lo que hace difícil poder protocolizar su tratamiento. Asimismo, las intervenciones se realizan dentro del mismo trabajo en niños con diferentes tipos de cáncer y con diferentes tipos de tratamiento, por lo que no se puede discriminar si el tratamiento es más efectivo en uno u otro tipo de cáncer o con uno u otro tipo de tratamiento. Por último, la falta de seguimiento a largo plazo en la mayoría de los estudios imposibilita conocer si se mantiene la mejora a lo largo del tiempo.

Por todo ello, se cree necesario que investigaciones futuras incluyan un tamaño muestral superior y que se unifiquen tiempos de tratamiento y número de sesiones con el fin de llegar a un consenso para poder establecer un protocolo con la mejor intervención. Asimismo, se necesitan más estudios con seguimiento de estos pacientes a medio y largo plazo para poder corroborar el efecto de su ejercicio terapéutico. Finalmente, se considera necesaria la realización de otros estudios para ver los diferentes efectos según el tipo de cáncer y de tratamiento oncológico al que están sometidos los pacientes.

7. CONCLUSIONES

- El tratamiento mediante ejercicio terapéutico combinando aeróbico y fuerza puede considerarse una herramienta útil y eficaz para la mejora de síntomas de los niños y adolescentes con cáncer.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza produce un aumento de la fuerza muscular a corto, medio y largo plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza produce una mejora significativa de la calidad de vida a corto y largo plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza induce mejoras en la marcha a corto plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza produce una notable mejoría de la aptitud cardiorrespiratoria a corto, medio y largo plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza aumenta los niveles del sistema inmunitario y disminuye los valores inflamatorios a corto plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- El tratamiento mediante combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza disminuye la sensación de fatiga a corto y medio plazo en pacientes pediátricos con cualquier tipo de cáncer infantil en tratamiento oncológico.
- Son necesarios futuros estudios con mayores tamaños muestrales, protocolos homogeneizados y mayor continuidad del tratamiento en el tiempo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional del cáncer. ¿Qué es el cáncer? - NCI [Internet]. [Consultado 15 Mayo 2023]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>
2. Organización Mundial de la Salud. El cáncer infantil [Internet] 2021 [Consultado 15 Mayo 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer-in-children>
3. Ward E, DeSantis C, Robbins A, Kohler B, Jemal A. Childhood and adolescent cancer statistics. CA Cancer J Clin [Internet] 2014 [Consultado 15 Mayo 2023]; 64(2):83–103. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24488779/>
4. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Bray F, et al. International incidence of childhood cancer, 2001–10: a population-based registry study. Lancet Oncol [Internet] 2017 [Consultado 16 Mayo 2023]; 18(6):719. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5461370/>
5. Cáncer infantil: tumores más frecuentes en niños - AECC [Internet] 2019 [Consultado 16 Mayo 2023]. Disponible en: <https://blog.contraelcancer.es/cancer-infantil-tumores-frecuentes/>
6. Seth R, Singh A. Leukemias in Children. Indian J Pediatr [Internet] 2015 [Consultado 16 Mayo 2023]; 82(9):817–24. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12098-015-1695-5>
7. Cuéllar Rodríguez S. Linfomas. Panorama Actual Med [Internet] 2018 [Consultado 17 Mayo 2023]; 42(414):511–31. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6514562&info=resumen&idioma=SPA>
8. Buhtoiarov IN. Pediatric Lymphoma. Pediatr Rev [Internet] 2017 [Consultado 17 Mayo 2023]; 38(9):410–23. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28864732/>
9. Villarejo Ortega F, Aransay García A, Márquez Pérez T. Tumores cerebrales en niños. Pediatría Integral [Internet] 2016 [Consultado 17 Mayo 2023]; 20(6):401–11. <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2016-07/tumores-cerebrales-en-ninos-2016-07/>
10. Udaka YT, Packer RJ. Pediatric Brain Tumors. Neurol Clin [Internet] 2018 [Consultado 17 Mayo 2023]; 36(3):533–56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30072070/>
11. HaDuong JH, Martin AA, Skapek SX, Mascarenhas L. Sarcomas. Pediatr Clin North Am [Internet] 2015 [Consultado 19 Mayo 2023]; 62(1):179–200. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25435119/>
12. Vargas P. L. Cáncer en pediatría: Aspectos generales. Rev Chil Pediatr [Internet] 2000 [Consultado 19 Mayo 2023]; 71(4):283–95. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062000000400002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
13. Ospina PA, McComb A, Pritchard-Wiart LE, Eisenstat DD, McNeely ML. Physical therapy interventions, other than general physical exercise interventions, in children and adolescents before, during and following treatment for cancer. Cochrane Database Syst Rev [Internet] 2021 [Consultado 19 Mayo 2023]; 2021(8):CD012924. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8407387/>

14. Da Silva Santos S, Moussalle LD, Heinzmann-Filho JP. Effects of physical exercise during hospitalization in children and adolescents with cancer: a systematic review. *Rev Paul Ped* [Internet] 2021 [Consultado 19 May 2023]; 39: e2019313. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7537404/>
15. Méndez Silva AC, Bermúdez Ruiz J del R, Cuellar Lara LI, Uclés Villalobos V. Rehabilitación oncológica en población pediátrica. Diagnóstico rehabilitatorio en Asociación lucha contra el cáncer infantil A.C. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica* [Internet] 2023 [Consultado 19 May 2023]; 1(1):45–68. Disponible en: <https://www.unibe.ac.cr/ojs/index.php/RFMUI/article/view/12>
16. Morales JS, Valenzuela PL, Velázquez-Díaz D, Castillo-García A, Jiménez-Pavón D, Lucia A, et al. Exercise and Childhood Cancer: A Historical Review. *Cancers* [Internet] 2022 [Consultado 19 May 2023]; 14(1):82. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6694/14/1/82/htm>
17. Stössel S, Neu MA, Wingerter A, Bloch W, Zimmer P, Paret C, et al. Benefits of Exercise Training for Children and Adolescents Undergoing Cancer Treatment: Results from the Randomized Controlled MUCKI Trial. *Front Pediatr* [Internet] 2020 [Consultado 19 Mayo 2023]; 8:243. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32582585/>
18. Ospina PA, McComb A, Pritchard-Wiart LE, Eisenstat DD, McNeely ML. Physical therapy interventions, other than general physical exercise interventions, in children and adolescents before, during and following treatment for cancer. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet] 2021 [Consultado 19 Mayo 2023]; 8(8): CD012924. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8407387/>
19. Landier W, Armenian S, Bhatia S. Late effects of childhood cancer and its treatment. *Pediatr Clin North Am* [Internet] 2015 [Consultado 19 Mayo 2023]; 62(1):275–300. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25435123/>
20. American Cancer Society. Estadificación del cáncer [Internet] 2022 [Consultado 30 May 2023]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/diagnostico-y-etapa-del-cancer/estadificacion-del-cancer.html>
21. Da Silva Santos S, Moussalle LD, Heinzmann-Filho JP. Effects of physical exercise during hospitalization in children and adolescents with cancer: a systematic review. *Rev Paul Ped* [Internet] 2021 [Consultado 4 Junio 2023]; 39 :e2019313. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7537404/>
22. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet] 2021 [Consultado 24 Abril 2023]; 74(9):790–9. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>
23. Escala PEDro - PEDro [Internet] [Consultado 24 Abril 2023]. Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
24. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother* [Internet] 2020 [Consultado 24 Abril 2023]; 66(1):59. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S183695531930092X?via%3Dihub>
25. Winker M, Stössel S, Neu MA, Lehmann N, El Malki K, Paret C, et al. Exercise reduces systemic immune inflammation index (SII) in childhood cancer patients. *Support Care Cancer* [Internet] 2022 [Consultado 25 Abril 2023]; 30(4):2905–8. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34860287/>

26. Stössel S, Neu MA, Wingerter A, Bloch W, Zimmer P, Paret C, et al. Benefits of Exercise Training for Children and Adolescents Undergoing Cancer Treatment: Results from the Randomized Controlled MUCKI Trial. *Front Pediatr* [Internet] 2020 [Consultado 27 Abril 2023];8:243. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32582585/>
27. Chamorro-Viña C, Valentín J, Fernández L, González-Vicent M, Pérez-Ruiz M, Lucía A, et al. Influence of a Moderate-Intensity Exercise Program on Early NK Cell Immune Recovery in Pediatric Patients After Reduced-Intensity Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Integr Cancer Ther* [Internet] 2017 [cited 27 Abril 2023]; 16(4):464–72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27903841/>
28. Lam KKW, Li WHC, Chung OK, Ho KY, Chiu SY, Lam HS, et al. An integrated experiential training programme with coaching to promote physical activity and reduce fatigue among children with cancer: A randomised controlled trial. *Patient Educ Couns* [Internet] 2018 [Consultado 27 Abril 2023]; 101(11):1947–56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30007765/>
29. Saultier P, Vallet C, Sotteau F, Hamidou Z, Gentet JC, Barlogis V, et al. A randomized trial of physical activity in children and adolescents with cancer. *Cancers (Basel)* [Internet]. 2021 [Consultado 27 Apr 2023]; 13(1):1–13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33401713/>
30. Marchese VG, Chiarello LA, Lange BJ. Effects of physical therapy intervention for children with acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer* [Internet] 2004 [Consultado 25 Apr 2023]; 42(2):127–33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14752875/>
31. Fiuza-Luces C, Padilla JR, Soares-Miranda L, Santana-Sosa E, Quiroga J V., Santos-Lozano A, et al. Exercise Intervention in Pediatric Patients with Solid Tumors: The Physical Activity in Pediatric Cancer Trial. *Med Sci Sports Exerc* [Internet] 2017 [Consultado 25 Abril 2023]; 49(2):223–30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27631396/>
32. Cox CL, Zhu L, Kaste SC, Srivastava K, Barnes L, Nathan PC, et al. Modifying bone mineral density, physical function, and quality of life in children with acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer* [Internet] 2018 [Consultado 27 Abril 2023]; 65(4): 10.1002/pbc.26929. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29286560/>
33. Wallek S, Senn-Malashonak A, Vogt L, Schmidt K, Bader P, Banzer W. Impact of the initial fitness level on the effects of a structured exercise therapy during pediatric stem cell transplantation. *Pediatr Blood Cancer* [Internet] 2018 [Consultado 25 Abril 2023]; 65(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29049845/>
34. Jung MW, Wallek S, Senn-Malashonak A, Schubert P, Siegler K, Rosenhagen A, et al. Effects of a structured exercise therapy on cancer-related fatigue during and after paediatric stem cell transplantation: a randomized controlled trial. *Physiotherapy Quarterly* [Internet] 2021 [Consultado 83 Mayo 2023]; 29(3):76–85. Disponible en: <https://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/67445>
35. Khosravi N, Stoner L, Farajivafa V, Hanson ED. Exercise training, circulating cytokine levels and immune function in cancer survivors: A meta-analysis. *Brain Behav Immun* [Internet] 2019 [Consultado 25 Mayo 2023]; 81:92–104. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31454519/>
36. Baumann FT, Bloch W, Beulertz J. Clinical exercise interventions in pediatric oncology: a systematic review. *Pediatric Research* [Internet] 2013 [Consultado 29 May 2023];

74(4):366–74. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/pr2013123>

37. Da Silva Santos S, Moussalle LD, Heinzmann-Filho JP. Effects of physical exercise during hospitalization in children and adolescents with cancer: a systematic review. *Rev Paul Ped* [Internet] 2021 [Consultado 29 Mayo 2023]; 39: e2019313. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7537404/>
38. Zang W, Fang M, Chen H, Huang X, Li D, Yan J, et al. Effect of concurrent training on physical performance and quality of life in children with malignancy: A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health* [Internet] 2023 [Consultado 29 May 2023]; 11: :1127255. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10063894/>

9. ANEXOS

Anexo 1. Escala PEDro

Escala PEDro-Español

- | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 3. La asignación fue oculta | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar” | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> | si <input type="checkbox"/> | donde: |
-