



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**Análisis de la fuerza muscular en sujetos
preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de
leucemia que realizaron ejercicio de fuerza muscular.
Seguimiento de una cohorte retrospectiva**

Estudiante: PILQUIMAN, Sofía Valentina

Legajo: N°27348

Directora: SCIUTO, Silvana.

Trabajo Final de Integración para acceder al título de Lic. Kinesiología y Fisiatría

2025

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

1	Agradecimientos	2
2	Resumen	6
2.1	Palabras clave	7
3	ABSTRACT	8
3.1	Keywords	9
4	Abreviaturas	10
5	INTRODUCCIÓN.....	13
5.1	Justificación	14
5.2	Objetivos de la investigación.....	15
5.2.1	Objetivo General	15
5.2.2	Objetivos Específicos	15
5.3	Hipótesis	15
6	Estado del arte	16
7	Marco Teórico	20
7.1	Concepto de Cáncer	21
7.2	Concepto de Leucemia	21
7.3	Factores de Riesgo	22
7.4	Manifestaciones Clínicas de la LMA Y la LLA.....	22
7.5	Neoplasias Mieloides	23
7.5.1	Leucemias Mieloides Agudas (LMA)	23
7.6	Neoplasias Linfoides	27

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia	
7.6.1 Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA)	28
7.7 Tratamientos para la LLA Y LMA.....	31
7.7.1 Tratamiento de Inducción para la LMA	31
7.7.2 Tratamiento de Inducción para la LLA de células B y T	31
7.7.3 Recomendaciones para el Tratamiento	32
7.8 Efectos Secundarios del Tratamiento con quimioterapia	32
7.8.1 Alteraciones Endocrinológicas y de la Fertilidad.....	32
7.8.2 Cardiotoxicidad	32
7.8.3 Efectos neuropsicológicos.....	33
7.8.4 Neuropatía inducida por quimioterapia	33
7.9 Efectos secundarios y el ejercicio físico	34
7.10 Tono muscular.....	34
7.11 Trofismo muscular.....	35
7.12 Contracción muscular	35
7.13 Fuerza muscular	35
7.14 Ejercicio físico	36
7.14.1 Ejercicio de fuerza muscular	36
7.14.2 El ejercicio y el cáncer	37
7.14.3 Objetivos del ejercicio de fuerza muscular	38
8 Materiales y métodos.....	38
8.1 Diseño del estudio.....	38

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

8.2	Variables	38
8.2.1	Edad en años	38
8.2.2	Sexo	39
8.2.3	Tipo de leucemia	39
8.2.4	Intervalo de tiempo entre evaluación inicial y final	39
8.2.5	Fuerza Muscular	39
8.3	Herramienta de medición	39
8.3.1	Escala MRC	39
8.4	Muestra	41
8.5	Participantes	41
8.5.1	Criterios de Inclusión	41
8.5.2	Criterios de Exclusión	41
8.6	Ámbito	42
8.7	Procedimiento	42
8.8	Utilización del consentimiento informado	43
9	Resultados	44
10	Discusión	47
11	Conclusión	50
12	Aportes y contribuciones de la investigación	51
13	Limitaciones de la investigación	52
14	Líneas de investigación futuras	52

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

15	Propuestas de intervención.....	53
16	Referencias.....	54
17	Anexos.....	62
17.1	Anexo 1.....	62
17.2	Anexo 2.....	63
17.3	Anexo 3.....	64
17.4	Anexo 4.....	65
17.5	Anexo 5.....	66
17.6	Anexo 6.....	68
17.7	Anexo 7.....	69

**Análisis de la fuerza muscular en sujetos
preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de
leucemia que realizaron ejercicio de fuerza muscular.**

Seguimiento de una cohorte retrospectiva

1 Agradecimientos

A lo largo de todo este camino, siempre estuve acompañada, tanto en los buenos como en los momentos más difíciles, es por eso, que quiero agradecer a varias personas que formaron parte de mi vida como estudiante y ahora formaran parte de mi vida profesional.

Quiero agradecer profundamente a mis padres, Verónica y Ariel, por ser mi sostén incondicional. A mi madre, por prepararme cada vianda, por contenerme, despertarme, preocuparse por mí y estar siempre a mi lado con un mate en mano, por resolverme la vida y ser siempre ese lugar al cual volver sin importar lo que haya pasado. A mi papa, por su apoyo constante, por alentarme cuando me sentía presionada, por buscar maneras de ayudarme incluso desde su trabajo, leyendo mis materiales y trasladándome tantas veces como fue necesario. En cada paso que di, siempre estuvieron acompañando, estando presentes, no encuentro las palabras necesitarías para agradecerles por todo, este logro es tanto mío como de ustedes. Gracias por ser más que un apoyo, ser mi vida entera.

A mis abuelos Ricardo, Ada y Yolanda, quienes siempre fueron ese refugio seguro donde encontré amor, paciencia y comprensión. Gracias por respetar mis tiempos, escucharme con atención y confiar en mí, sin reservas. A ustedes, con emoción les digo que lo logre, sin su compañía y apoyo constante no hubiera llegado a este punto.

A Matías, mi compañero. Nos conocimos en el tramo final de la carrera y fuiste una de las cosas más bonitas que me regaló este proceso. Estuviste presente en cada paso, me acompañaste en uno de los momentos más difíciles, apareciste para brindarme paz y tranquilidad cuando más lo necesite, gracias por tu amor y compañerismo tan sincero, terminamos juntos esta etapa de estudiantes e iniciamos una vida profesional juntos.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

A mis tíos y tías, que sería imposible no nombrar uno por uno sin olvidar lo fundamentales que fueron todos: Romina, Gisela, Carla, Nieves, Marcela, Beatriz, Susana, Martín, Alberto, José Luis, José y Horacio. Gracias por cada llamada de aliento, por celebrar mis logros como si fueran propios, por las meriendas compartidas y los paseos al finalizar cada momento de la carrera. A mi tía Julieta, que fue siempre el impulso para la elección de la carrera y para que hoy quiera dedicarme felizmente a discapacidad, me enseñaste tanto.

Una mención especial para mi tía Claudia, mi angelito. Aunque la vida no te permita estar físicamente hoy, sé cuánto hubieras disfrutado este momento, como lo hacías en cada acto escolar, cada clase de gimnasia, danza, hockey o handball. Este logro también es tuyo, y te lo dedico con todo mi amor.

A mis primos y primas, Emma, Helena que me dieron tanto amor siempre siendo tan pequeñas de edad, siempre me acompañaron. A Candelaria, esa hermana mayor que me regaló la vida. La compañía y el apoyo incondicional hacen que hoy parte de este proceso haya sido por tu ayuda. Durante toda la carrera siempre estuviste presente, para escucharme, aconsejarme, acompañarme, incluso rendiste siendo mi paciente en un examen parcial virtual en pandemia, siempre con tu generosidad y apoyo constante, gracias.

A mis amigos de la carrera, que se transformaron en familia con el paso del tiempo, A Tomás, mi reflejo en versión masculina, mi hermano. Compartimos casi toda la carrera, y también el final de esta etapa. Gracias por hacerme reír incluso en los días más difíciles, por cada tarde de estudio, cada celebración, cada abrazo y conversación profunda, hubiese sido muy difícil el proceso sin vos a mi lado. Mi persona, Abigail, mi versión adulta, por tu contención invaluable, tu infinita paciencia y por enseñarme a avanzar, te agradezco, el transitar la carrera con vos fue un verdadero placer, la fortaleza y valentía admirable de una mención, por una eterna amistad. Nos felicitó y festejó por los 3, esta finalización.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

A Fernando, la persona que me facilitó la carrera y la vida, mi lugar seguro y mi contacto de confianza, gracias por haber transitado este proceso y escuchar siempre, por estar sin importar la hora, admirable es tu fortaleza y dedicación, día a día aprendo de tu versión adulta y profesional.

A Ruth, que nunca pensé conocer a una persona que habló más rápido que yo, nos conocimos en una práctica y hoy es una de mis personas favoritas, me ayudaste siempre aun, sin conocerme. A mis amigas y amigos de la vida, Georgina, Ingrid, Roció, Alan y Tadeo, por la amistad y la capacidad de acompañar y entender los tiempos.

Gracias a esos docentes que hicieron de este proceso un hermoso recorrido, que enseñaron con dedicación y orgullo una carrera tan hermosa como lo es la rehabilitación.

Especialmente gracias a mi profesora, compañera de trabajo y directora de tesis, Lic. Sciuto Silvana, por siempre enseñar desde el respeto, la dedicación y siempre buscar lo mejor para el estudiante. Compartí más de la mitad de la carrera con ella, primero como alumna, y en el rol de ayudante de cátedra durante 2 años. Desde esa primera clase en semiología, supe que iba a ser mi directora de tesis, porque vi en ella reflejado todo lo que quería lograr en algún momento como profesional, estaba en 2do año, sin saber cómo iba a continuar todo, pero si sabía que ella iba a ser quien me acompañé en este último camino. Por la paciencia, dedicación y profesionalismo, te acrezco.

Agradezco a los lugares donde realice mis prácticas profesionales, principalmente, a Ivanna y Emiliana, Ivonne y Gastón.

A todos los que transitaron, una materia, una tarde, una práctica, gracias por hacer que el proceso sea más cálido.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Finalmente, este trabajo está dedicado especialmente a mi compañera de vida, mi querida perrita Rufina, tan solo nosotras sabemos el vínculo hermoso y lleno de amor que transitamos. La verdad, me cuestó mucho seguir avanzando en este trabajo sin tu compañía, fue duro acostumbrarse a que no estes y lo sigue siendo, es por eso, que me agradezco y me felicito, por haber transitado este TFI de la mano con tu enfermedad y haber estado hasta el momento en el que decidiste seguir tu camino, lo logramos mi chiquita, vos desde allá y yo desde acá, cerramos esta etapa, siempre juntas. Te amo por siempre.

2 Resumen

Introducción: El cáncer infantil representa una problemática, con una alta incidencia de leucemia aguda en la población infantojuvenil. Los tratamientos oncológicos, especialmente la quimioterapia, genera efectos secundarios que afectan la fuerza muscular y la funcionalidad. Es fundamental explorar estrategias complementarias que mejoren la calidad de vida de los pacientes. En este sentido, el ejercicio de fuerza muscular se plantea como una intervención potencialmente beneficiosa.

Objetivo: Analizar los valores obtenidos de fuerza muscular pre y post aplicación de protocolo de ejercicios, durante el periodo de inducción a la remisión, que recibieron sujetos Preadolescentes y Adolescentes de la Clínica San Lucas en el periodo 2020-2022, para conocer la existencia o no de cambios en la fuerza muscular.

Materiales y Métodos: Estudio de tipo descriptivo longitudinal de seguimiento de una cohorte retrospectiva. Los criterios de inclusión y exclusión comprendieron sujetos menores de 18 años, con diagnóstico de leucemia, que tuvieran las fichas clínicas de fuerza muscular completas pre y post quimioterapia de inducción y que hayan realizado ejercicio de fuerza muscular durante el periodo de quimioterapia, entre otros. La evaluación de fuerza muscular se realizó por medio de la escala del Medical Research Council (MRC), pre y post ejercicio de fuerza muscular, consistió en ejercicios diarios durante seis días, periodo en el que los sujetos transitaron el proceso de inducción a la remisión. En cuanto al análisis estadístico, se realizó en la base de datos de Excel y se aplicaron pruebas estadísticas como la prueba de Shapiro- Wilk, posteriormente, se sacó media, mediana, desvío estándar y rango intercuartil, asimismo, se realizó una comparación de variables con la prueba U Mann Whitney, ya que la variable clínica de fuerza muscular no presentó distribución normal.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Resultados: La muestra incluyó a un total de 23 ($n=23$) sujetos. La media de edad fue de 13 ($DE:\pm 2.47$). La LLA-B (43%) fue el tipo de leucemia más prevalente y existió una leve predominancia por el sexo masculino (52%). Respecto a la variable fuerza muscular, las medianas fueron de 54 ($IQR= 11$) pre ejercicio y 56 ($IQR= 9,5$) post ejercicio. Los resultados de fuerza muscular resultaron ser no estadísticamente significativos entre las evaluaciones pre y post ejercicios ($p > 0,05$), aunque se evidenció una leve mejoría en las medianas.

Conclusión: El presente estudio destaca la prevalencia de la enfermedad y la necesidad de una intervención kinésica con un trabajo interdisciplinario. Se sugiere continuar con investigaciones experimentales para comprobar la eficacia del ejercicio físico e instruir a profesionales interesados en el área de rehabilitación oncológica en esta población. No obstante, se recomienda la utilización de protocolos estandarizados y de evaluaciones objetivas para obtener resultados funcionales a corto y largo plazo.

2.1 Palabras clave

Leucemia, Fuerza muscular, Preadolescentes y Adolescentes, escala MRC, Oncología pediátrica.

3 ABSTRACT

Introduction: Childhood cancer represents a significant problem, with a high incidence of acute leukemia in the child and adolescent population. Cancer treatments, especially chemotherapy, generate side effects that affect muscle strength and functionality. It is essential to explore complementary strategies that improve patients' quality of life. In this regard, muscle strength training is proposed as a potentially beneficial intervention.

Objective: To analyze the muscle strength values obtained before and after the application of an exercise protocol, during the remission induction period, received by pre-adolescent and adolescent subjects at the San Lucas Clinic in the period 2020-2022, to determine whether or not there were changes in muscle strength.

Materials and Methods: A descriptive longitudinal study followed a retrospective cohort. Inclusion and exclusion criteria included subjects under 18 years of age, diagnosed with leukemia, with complete pre- and post-induction chemotherapy muscle strength clinical records, and who had performed muscle strength exercises during the chemotherapy period, among others. Muscle strength was assessed using the Medical Research Council (MRC) scale, pre- and post-muscle strength exercise, and consisted of daily exercises for six days, a period in which subjects went through the induction process to remission. Statistical analysis was performed in an Excel database, and statistical tests such as the Shapiro-Wilk test were applied. Subsequently, the mean, median, standard deviation, and interquartile range were obtained. Variables were also compared using the Mann-Whitney U test, since the clinical variable of muscle strength did not present a normal distribution.

Results: The sample included a total of 23 subjects (n=23). The mean age was 13 (SD: ± 2.47). B-ALL (43%) was the most prevalent type of leukemia, and there was a slight

predominance of males (52%). Regarding the variable muscle strength, the medians were 54 (IQR= 11) pre-exercise and 56 (IQR= 9.5) post-exercise. The results of muscle strength were not statistically significant between the pre- and post-exercise evaluations ($p > 0.05$), although an improvement level was evident in the medians.

Conclusion: This study highlights the prevalence of the disease and the need for interdisciplinary physical therapy intervention. We suggest continuing experimental research to verify the effectiveness of physical exercise and to educate professionals interested in oncology rehabilitation in this population. However, the use of standardized protocols and objective assessments is recommended to obtain short- and long-term functional outcomes.

3.1 **Keywords**

Leukemia, Muscle strength, Preadolescents and Adolescents, MRC score, Pediatric Oncology.

4 Abreviaturas

AVD: actividades de la Vida Diaria.

AF: actividad física.

BMO: biopsia de médula ósea.

COG: Children's Oncology Group.

CH: hormona de crecimiento.

CGH: células Germinativas Hematopoyéticas.

DE: desvió estándar.

FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda.

FAB: clasificación Francesa-Americana-Británica.

INC: instituto nacional del cáncer.

IQR: rango intercuartil.

LLA: leucemia Linfoblástica Aguda.

LMA: leucemia mieloide aguda.

LLC: leucemia Linfocítica Crónica.

LMC: leucemia mieloide crónica.

LCR: líquido cefalorraquídeo.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

MMII: miembros inferiores.

MO: médula ósea.

MPO: mieloperoxidasa.

MMSS: miembros superiores.

NK: natural killer.

NIH: instituto nacional del cáncer.

OMS: Organización mundial de la salud.

PAMO: Punción aspiración de médula ósea.

Q1: primer cuartil.

Q3: tercer cuartil.

RAE: Real academia española.

ROHA: registro oncopediátrico argentino.

RX: radiografía.

RMN: resonancia magnética nuclear

RC: remisión completa.

SNC: sistema nervioso central.

TC: tomografía computarizada.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

TAC: tomografía axial computarizada.

UCI: unidad de cuidados intensivos.

5 INTRODUCCIÓN

En nuestro continente se estima que al menos 29.000 infantes y adolescentes menores de 19 años resultarán afectados por algún tipo de neoplasia al año, y cerca de 10.000 fallecerán a consecuencia de esta enfermedad. La incidencia del cáncer pediátrico en nuestro país es aproximadamente de 140 nuevos casos por cada 1 millón de infantes entre 0 y 14 años por año. Según datos del ROHA los más frecuentes son la leucemia, el cáncer cerebral, el linfoma y los tumores sólidos como, el neuroblastoma y el tumor de Wilms. A diferencia de lo que sucede con la población adulta, el cáncer infantil no se puede prevenir, ni detectar mediante estudios de pesquisa. (Sociedad Argentina de Pediatría, s,f).

La leucemia es la enfermedad neoplásica de los órganos formadores de células sanguíneas, caracterizada por una proliferación maligna de leucocitos (RAE,s,f). El riesgo de transitar una leucemia es mayor en personas que han recibido quimioterapia previa, aquellas con anomalías genéticas como el síndrome de Down o el síndrome de Li-Fraumeni. Existe evidencia acumulada de que el tabaquismo en los padres antes y después del parto puede aumentar el riesgo de leucemia aguda en los niños (Sociedad americana del cancer, s,f). En la etapa infantojuvenil son prevalentes las leucemias agudas, ya sean de origen linfoides o mieloides. Esta etapa confiere cambios físicos y psicológicos, implicando vivencias que determinaran la autopercepción, la autoestima, el autoconcepto y sus dimensiones, donde en la actualidad el cambio físico es el que principalmente influye.

Los cambios físicos son parte de la formación de la imagen corporal, que se define como la representación mental de una persona sobre su figura, incluyendo su forma y tamaño. Está influenciada por diversos factores históricos, culturales, sociales, individuales y biológicos, los cuales pueden cambiar a lo largo del tiempo, la práctica de actividad física (AF) es un factor directamente relacionado con la imagen corporal (Carballo. R y Afonso. R 2023). Con el paso

del tiempo se ha estudiado a sujetos con diagnósticos de leucemia y el desarrollo con el ejercicio físico en consecuencia, se demostró que realizaban menos ejercicio a medida que la enfermedad progresaba y por lo general, hacían menos ejercicio del que deberían. Esta disminución es causada por efectos secundarios de los tratamientos con quimioterapia o recomendaciones de los médicos, sobre el reposo prolongado o los cuidados para evitar posibles infecciones, de manera tal que, en los estudios realizados se concluyó, en que el ejercicio físico tiene efectos beneficiosos sobre la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular y la movilidad funcional (Yuan. Z, et al, 2016).

5.1 Justificación

La mayoría de los infantes y adolescentes que son sometidos a los tratamientos con quimioterapia, experimentan efectos desfavorables durante y posterior al tratamiento, las principales afecciones repercuten sobre el sistema musculoesquelético, afectando principalmente a la motricidad gruesa, pudiendo generar fatiga crónica y una reducción en la capacidad para realizar actividades de la vida diaria (AVD).

En este contexto, estudiar el impacto en la fuerza muscular durante el periodo de inducción a la remisión, en sujetos que realizaron ejercicio de fuerza muscular, es esencial para comprender mejor el alcance de estos efectos y diseñar intervenciones que mitiguen las secuelas físicas anteriormente mencionadas.

Además, abordar este problema tiene un impacto positivo en el bienestar emocional de los sujetos, quienes podrían recuperar más rápidamente su funcionalidad y reintegrarse a sus actividades diarias con mayor confianza y autonomía. Esto también repercute en la familia y en el sistema de salud, al reducir las complicaciones asociadas a la pérdida de fuerza muscular y funcionalidad. A pesar de la importancia del ejercicio en la recuperación de sujetos oncológicos,

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

aún es necesario determinar con evidencia concreta, si su implementación dentro de este contexto clínico, genera mejoras clínicamente eficaces en la fuerza muscular.

5.2 **Objetivos de la investigación**

5.2.1 **Objetivo General**

Analizar los valores obtenidos de fuerza muscular pre y post ejercicio de fuerza muscular, durante el periodo de inducción a la remisión, que recibieron sujetos Preadolescentes y Adolescentes de la Clínica San Lucas en el periodo 2020-2022, para conocer la existencia o no de cambios en la fuerza muscular.

5.2.2 **Objetivos Específicos**

Describir los valores de fuerza muscular cuantificados con la escala Medical Research Council (MRC) pre y post ejercicio de fuerza muscular, en sujetos preadolescentes y adolescentes de la Clínica San Lucas, en el periodo 2020-2022.

Comparar los valores obtenidos de fuerza muscular pre y post ejercicio de fuerza muscular, en sujetos preadolescentes y adolescentes de la Clínica San Lucas, en el periodo 2020-2022.

Identificar el tipo de leucemia más prevalente dentro de la muestra seleccionada, en sujetos preadolescentes y adolescentes de la Clínica San Lucas, en el periodo 2020-2022.

5.3 **Hipótesis**

Los valores de fuerza muscular cuantificados con la escala MRC no presentarán diferencias significativas en la comparación de la evaluación pre y post ejercicio de fuerza muscular durante el tratamiento con quimioterapia. El tipo de leucemia más prevalente dentro de la muestra seleccionada es la leucemia linfoblástica aguda (LLA).

6 Estado del arte

A lo largo de los años, la evaluación de la fuerza muscular obtiene cada vez mayor importancia dentro del área de la kinesiología, siendo considerada un eslabón principal de consulta en estos pacientes. Sus objetivos se basan en la detección precoz de signos asociados a la disminución de la fuerza en pacientes que realizan quimioterapia. Esta investigación se ha centrado en aquellos artículos científicos dirigidos a la exploración de la fuerza muscular en pacientes con diagnóstico de leucemia que realizan ejercicio físico durante los tratamientos con quimioterapia.

Wolin. KY, et al (2010) realizaron un estudio de revisión sobre el ejercicio en sobrevivientes de cánceres hematológicos, recabando información de diferentes bases de datos, donde se encontró evidencia sólida sobre los beneficios en la fuerza muscular y la aptitud cardiorrespiratoria, particularmente en entrenamientos que se realizaron intrahospitalariamente. La evidencia es débil para la acción de la dorsiflexión de tobillo, funcionamiento físico, composición corporal y no se identificaron riesgos en relación al ejercicio en infantes.

Consecuentemente, el estudio menciona la necesidad de más ensayos controlados aleatorios, ya que la literatura apoya la idea de que realizar actividad física de forma regular es segura y tiene beneficios potenciales.

Los autores Édgar Cortés-Reyes MSc. E, et al (2013) realizaron un estudio cuasiexperimental, con el objetivo de investigar el efecto de un programa de ejercicio físico basado en el juego, en infantes con leucemia linfoblástica aguda. Se evaluaron distintos determinantes, algunos de ellos fueron la fuerza muscular y la destreza motora. La fuerza muscular se mantuvo constante, a diferencia de los otros determinantes que mejoraron. En rasgos generales la condición física obtuvo una puntuación global que demostró una mejora

significativa. El estudio concluyó, en que el ejercicio físico basado en el juego es beneficioso y sugiere nuevas herramientas de intervención fisioterapéutica.

Las guías internacionales de ejercicio en oncología pediátrica (iPOEG) (Wurz. A, et al, 2021) presentan recomendaciones acordadas por expertos internacionales, donde destacan la importancia del movimiento para infantes y adolescentes con diagnóstico de cáncer. El artículo señala la seguridad y los beneficios de realizar AF, mitigando síntomas como la fatiga y el dolor. No obstante, destaca la necesidad de más investigaciones para proporcionar orientaciones específicas sobre la frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de AF. En conclusión, las declaraciones del artículo representan un primer paso para apoyar la promoción del movimiento y ejercicio, con un consenso internacional que respalda la necesidad de más movimiento en pacientes con diagnósticos de cáncer.

Ferrándiz Tecles. C, (2022-2023) realizó una revisión bibliográfica sobre el ejercicio terapéutico en pacientes con leucemia aguda. Describió una gran variabilidad en cuanto a la dosificación de los ejercicios entre las distintas investigaciones. A pesar de ello, se identificó un consenso referido a una frecuencia promedio de tres días por semana, con un rango de uno a tres series de ocho a quince repeticiones. Dentro de las estrategias evaluadas, para el entrenamiento de fuerza muscular fue la dosificación más eficaz.

En cuanto a la eficacia del ejercicio, se encontró que un 33,3% obtuvo mejoras en la fuerza muscular general. Por tal motivo, finaliza con conclusiones pertinentes a que el ejercicio terapéutico refleja mejorías en la fuerza muscular, la movilidad y los parámetros cardiorrespiratorios. El tipo de ejercicio para obtener mayor eficacia, fueron los ejercicios de fuerza combinados con ejercicio aeróbico. No existió acuerdo en cual es la fase del tratamiento contra el cáncer más propicia para realizar ejercicio, no obstante, se necesitan más estudios que unifiquen criterios.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Tejada. A.J (2023) confeccionó una revisión sistemática para su trabajo de fin de grado, donde el objetivo fue analizar en los estudios publicados hasta el momento los efectos que produce el ejercicio terapéutico combinando ejercicios aeróbicos y de fuerza en las variables de fuerza muscular, calidad de vida, marcha, aptitud cardiorrespiratoria, marcadores inflamatorios y fatiga en pacientes pediátricos con diagnóstico de cáncer, mientras realizan el tratamiento oncológico. Las búsquedas fueron en bases de datos electrónicas como Pubmed, PEDro, Cochrane, entre otras. Donde seleccionó 9 artículos primarios cuyas intervenciones se basaron en un programa de ejercicio terapéutico incluía entrenamiento aeróbico y ejercicios de fuerza, en el ámbito hospitalario y domiciliario. En dichas investigaciones la fuerza muscular se evaluó a través de dinamometría o del cálculo de repetición máxima (RM) y en 4 ensayos hubo diferencias significativas entre los grupos.

En conclusión, el ejercicio terapéutico que combina entrenamiento aeróbico y de fuerza muscular se presenta como una estrategia eficaz para mejorar los síntomas secundarios al tratamiento con quimioterapia en infantes y adolescentes con diagnóstico de cáncer, ya que diversos estudios han demostrado que el enfoque de ejercicio terapéutico, proporciona múltiples beneficios en pacientes pediátricos, incluyendo, aumento de la fuerza muscular y calidad de vida a corto, medio y largo plazo, mejoras notables en la aptitud cardiorrespiratoria, disminución de la sensación de fatiga a corto y medio plazo y mejoras a corto plazo en la marcha. No obstante, se requieren investigaciones adicionales que ahonden en estos hallazgos y posibiliten optimizar los protocolos de intervención para maximizar sus beneficios.

Las autoras Jmelnitsky .F, et al (2023), realizaron un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo en el Hospital de Pediatría Dr. Juan P. Garrahan, cuyo objetivo fue describir las características clínicas y los motivos de consulta en el servicio de kinesiología en sujetos pediátricos con diagnóstico oncológico. Entre febrero de 2016 y diciembre de 2018, el

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Centro de Atención Integral del Paciente Hemato-Oncológico (CAIPHO) registró un ingreso de 1.497 pacientes pediátricos. De ese total, 259 pacientes fueron derivados al servicio de kinesiología con el objetivo de recibir rehabilitación motora ambulatoria. En cuanto a los diagnósticos, el segundo grupo más frecuente correspondió a casos de leucemia linfoblástica aguda. Se les realizaron distintas evaluaciones kinésicas, entre ellas, se evaluó la fuerza muscular cuantificada con la escala MRC. Los síntomas observados incluían debilidad adquirida por la inmovilización prolongada, consecuente a la frecuencia de hospitalizaciones, los tratamientos asociados al diagnóstico y las complicaciones secundarias, afectando la flexibilidad y limitando la movilidad de los pacientes.

En definitiva, el artículo concluye en que la rehabilitación temprana podría tener beneficiosos efectos a partir de la implementación de evaluaciones y tratamientos específicos, lo cual, según este artículo observacional potencia los resultados en esta población.

El manual de ejercicios de oncología pediátrica (POEM) (Chamorro-Viña. C, et al, s,f) destaca la importancia del ejercicio terapéutico como una parte fundamental del proceso de rehabilitación, evidenciando sus beneficios en la mejora de la fuerza muscular, la movilidad articular, la capacidad cardiorrespiratoria y la calidad de vida en general. Dedicado a los pacientes con diagnóstico de cáncer, familias, profesionales, personal de educación, entre otros ya que, destaca el impacto positivo del ejercicio terapéutico en la recuperación de los infantes y adolescentes. Promueve la importancia del ejercicio como una estrategia de rehabilitación y una herramienta fundamental para que infantes y adolescentes adquieran. Asimismo, impulsa la adopción de hábitos saludables y la creación de espacios adecuados para que los pacientes en recuperación se mantengan activos el tiempo que dure su tratamiento y posterior al mismo. Los tratamientos contra el cáncer pueden tener efectos significativos a largo plazo en la capacidad para mantener un estilo de vida activo, por la toxicidad del sistema cardiovascular o

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

pulmonar que pueden afectar la tolerancia a la AF, por lo que la fatiga también tiene efectos en la disminución de la actividad. Los sobrevivientes de LLA tienen un riesgo especial en la reducción de la densidad mineral ósea, particularmente por la exposición a esteroides como metotrexato, sumado a daño al hueso por padecer leucemia.

Las pautas que recomienda el POEM para la AF en niños de 5 a 17 años son las siguientes: “los niños y adolescentes deben realizar 60 min (1 hs) o más de actividad física cada día”, de esos 60 min, recomienda dividirlo en diferentes estímulos, que contemplen actividad aeróbica y fuerza. La actividad aeróbica debe representar la mayor parte del entrenamiento, la actividad de fortalecimiento muscular, debe ser de al menos tres días a la semana, dentro de los 60 min con ejercicios como flexiones de brazos, gimnasia acorde, etc, y por último el fortalecimiento óseo, con actividades como saltar la soga, correr, saltar en el trampolín, etc.

El campo de las intervenciones respecto a la AF en niños con diagnóstico de cáncer es una investigación emergente. El POEM destina una variedad de herramientas de evaluación para describir los resultados de las intervenciones de AF en oncología pediátrica, pero existen dificultades inherentes a la investigación, como la pequeña población, las dificultades en el reclutamiento de pacientes, etc. Se recomienda que se utilicen herramientas de evaluación similares a las que implementó el POEM, para facilitar la comparación e interpretación de los datos de las intervenciones, para poder determinar la eficacia de la AF en esta población.

7 Marco Teórico

Para profundizar en la temática de investigación es necesario esclarecer conceptos que facilitarán la posterior comprensión de la misma. Las nociones que se comentan a continuación son: concepto de cáncer y leucemia, factores de riesgo y manifestaciones de la leucemia, clasificación de las leucemias según celularidad de origen y tipos de leucemia presentes en la

muestra de pacientes seleccionados. Finalmente se pretende arribar a los conceptos pertinentes para comprender lo que implica el ejercicio físico y el desarrollo de este en pacientes con leucemia sometidos a quimioterapia, quienes son el foco de esta investigación.

7.1 Concepto de Cáncer

El cáncer es un grupo de enfermedades que se caracterizan por el crecimiento y la propagación descontrolada de células anormales que pueden llegar a provocar la muerte. Aunque no se conoce concretamente las causas de la mayoría de los cánceres, se sabe sobre los factores que aumentan el riesgo a padecerla y pueden actuar simultáneamente o en secuencia para iniciar y/o promover el crecimiento del cáncer (Sociedad Estadounidense del Cáncer, et al., 2024).

7.2 Concepto de Leucemia

Término que se emplea para a un grupo de enfermedades malignas de la sangre. El diagnóstico precoz es esencial, se caracteriza por tener una proliferación clonal, autónoma y anormal de las células que dan origen al resto de las células normales de la sangre (comportamiento tumoral en general).

Una célula sufre un cambio genético que producirá sin control una clona (colonia) anormal de sí misma. Esta producción anormal es desordenada ya que, las células anormales se multiplican en imagen y semejanza de ellas mismas, por lo que ocupan paulatinamente el espacio en la médula ósea normal. No obstante, cuando las células anormales invaden otros tejidos, se produce falla del funcionamiento del órgano que está ocupando, por ejemplo, infiltración del sistema nervioso central (SNC) que ocurre en la LLA (Hurtado-Monroya. R, et al, 2012).

7.3 Factores de Riesgo

Están asociados a:

- Radiación ionizante; exposición prenatal y postnatal a rayos X o dosis altas de radiación.
- Contacto con pesticidas e hidrocarburos durante la concepción.
- Uso de alcohol y de sustancias psicoactivas en la madre gestante.
- Peso al nacer.
- Historia familiar de tumor sólido o de segundo grado en los familiares (Vizcaíno. M, 2015).

7.4 Manifestaciones Clínicas de la LMA Y la LLA

La LLA y LMA son trastornos distintos, por defecto siempre se presentan con características clínicas similares. Ambas se identifican por un inicio abrupto de los síntomas como, cansancio resultante de la anemia, fiebre baja, sudores nocturnos y adelgazamiento, debido a la rápida proliferación e hipermetabolismo de las células leucémicas; hemorragia a causa del bajo conteo de plaquetas; dolor óseo y dolor referido desencadenado con la palpación, producto de la expansión de la médula ósea. La infección es el resultado de la neutropenia, y existe el riesgo de que esta aumente en forma abrupta cuando los neutrófilos bajan a valores por debajo de 500 células/ μ l. Existe la Linfadenopatía generalizada¹, esplenomegalia y hepatomegalia causadas por la infiltración de las células leucémicas a estos tejidos, las cuales se presentan en todas las leucemias agudas, pero son más comunes en LLA. Las células leucémicas pueden llegar a atravesar la barrera hematoencefálica y establecerse en una zona resguardada en el sistema nervioso central (SNC) siendo más

¹ Linfadenopatía generalizada: agrandamiento de dos grupos de ganglios linfáticos no contiguos.

común en la LLA, esta presentación es más común en infantes que en adultos. Entre los signos y síntomas se encuentran síntomas como, parálisis de los pares craneales, cefaleas, náuseas, vómito, papiledema y, a veces, convulsiones y coma (Grossman. S y Porth. M. C. 2014).

7.5 Neoplasias Mieloides

El 15% y 20% de los casos de leucemias agudas pediátricas son del linaje mieloide, las cuales afectan a niños y niñas siendo más habituales en infantes y mayores de 10 años. Este tipo de leucemia se caracteriza por la expansión clonal de blastos mieloides como, granulocíticos, monocíticos, eritroides o megacariocíticos en la sangre periférica, MO y otros tejidos. Estos blastos o células leucemias, derivan de un progenitor en la MO, el cual sufre transformaciones malignas y adquiere la capacidad de autorrenovarse, disminuir la tasa de destrucción y, además limita su capacidad de diferenciación y de maduración celular (Lopez-Jimenez. C, 2016).

7.5.1 *Leucemias Mieloides Agudas (LMA)*

La definición de la LMA comprende a sujetos con un porcentaje de blastos no linfoides mayor o igual al 30%. Clínicamente se manifiesta con un cuadro de pocos meses de evolución, caracterizado por astenia, adinamia ², visceromegalias, sangrados, hipertrofia gingival, infiltración de piel y nódulos subcutáneos, y síntomas asociados a la leucostasis. La incidencia del diagnóstico de compromiso del SNC es muy baja (meningitis leucémica, sarcoma mieloide) y los pacientes pueden ser totalmente asintomáticos (Mammi. L. F, et al, 2019).

² Adinamia: extrema debilidad muscular.

7.5.1.1 Marcadores Moleculares y Pronósticos de la LMA. Los factores pronósticos según el diccionario del INC (s,f), son situaciones, afecciones o características del paciente con diagnóstico de cáncer, que son de utilidad para calcular la probabilidad de recuperación o de que la enfermedad recidive. Por lo que, estos factores dependen de los hallazgos cromosómicos obtenidos al momento del diagnóstico y se utilizan como guía para el tratamiento, ya que son herramientas para definir el pronóstico de la enfermedad. Figura 1

Figura 1.

Marcadores moleculares de la LMA.

Símbolo del gen	Localización del gen	Impacto pronóstico
Genes incluidos en la clasificación de la OMS y el sistema de elaboración de informes de ELN		
Mutaciones <i>NPM1</i>	5q35.1	Favorable
Mutaciones <i>CEBPA</i>	19q13.1	Favorable
<i>FLT3-ITD</i>	13q12	Adverso
Genes que codifican tirosina cinasas receptoras		
Mutación <i>KIT</i>	4q12	Adverso
<i>FLT3-ITD</i>	13q12	Adverso
Genes que codifican factores de transcripción		
Mutaciones <i>RUNX1</i>	21q22.12	Adverso
Mutaciones <i>WT1</i>	11p13	Adverso
Genes que codifican los modificadores epigenéticos		
Mutaciones <i>ASXL1</i>	20q11.21	Adverso
Mutaciones <i>DNMT3A</i>	2p23.3	Adverso
Mutaciones <i>IDH (IDH1 e IDH2)</i>	2q34 y 15q26.1	Adverso
<i>MLL-PTD</i>	11q23	Adverso
Mutaciones <i>TET2</i>	4q24	Adverso
Genes mal regulados		
Expresión excesiva de <i>BAALC</i>	8q22.3	Adverso
Expresión excesiva de <i>ERG</i>	21q22.3	Adverso
Expresión excesiva de <i>MN1</i>	22q12.1	Adverso
Expresión excesiva de <i>EV1</i>	3q26.2	Adverso
MicroRNA mal regulados		
Expresión excesiva de <i>miR-155</i>	21q21.3	Adverso
Expresión excesiva de <i>miR-3151</i>	8q22.3	Adverso
Expresión excesiva de <i>miR-181a</i>	1q32.1 y 9q33.3	Favorable

Nota: leucemia mieloide aguda (p, 679) por Harrison, 2012, principios de medicina interna.

7.5.1.2 Clasificación de las LMA. Los dos sistemas más utilizados para la clasificación de los subtipos comprenden el sistema de la Organización Mundial de la Salud presentada en la Figura 2 y la clasificación de la Asociación FrancoAmérico-Británica (FAB) demostrada en la Figura 3 creada en 1976. Fundamenta la diferenciación, entre ocho subtipos de LMA de acuerdo con las características morfológicas del tipo de células. Esta determinación se realiza mediante la observación morfológica de las células al microscopio luego de una tinción rutinaria (Leyto-Cruz. F, 2018).

Figura 2.

Clasificación de la LMA según la OMS actualizada a la revisión de 2016.

LMA con ciertas anomalías genéticas
LMA con una translocación entre los cromosomas 8 y 21
LMA con una translocación o inversión en el cromosoma 16
APL (M3) con PML-RARA
LMA con una translocación entre los cromosomas 9 y 11
LMA con una translocación entre los cromosomas 6 y 9
LMA con una translocación o inversión en el cromosoma 3
LMA (megacarioblástica) con una translocación entre los cromosomas 1 y 22
Entidad provisional: LMA con BCR-ABL1
LMA con NPM1 mutado
LMA con mutaciones bialélicas de CEBPα
Entidad provisional: LMA con RUNX1 mutado
LMA con cambios relacionados con mielodisplasia
LMA relacionada con administración previa de quimioterapia o radiación
LMA no especificada de otra manera
LMA con maduración mínima (M1)
LMA sin maduración (M2)
LMA con maduración (M2)
Leucemia mielomonocítica aguda (M4)
Leucemia monocítica/monoblástica aguda (M5)
Leucemia eritroide pura (M6)
Leucemia megacarioblástica aguda (M7)
Leucemia basófila aguda
Panmielosis aguda con fribrosis
Sarcoma mieloide
Proliferaciones mieloides relacionadas con el síndrome de Down
Mielopoiesis anormal transitoria
Leucemia mieloide asociada con síndrome de Down

Nota: Leucemia mieloide aguda, (p.4), por Leyto-Cruz. F, 2018, Revista de hematología.

Figura 3.

Clasificación de la Asociación Franco-Américo-Británica (FAB)

Subtipo	Nombre
M0	Leucemia mieloide aguda indiferenciada
M1	Leucemia mieloide aguda con maduración mínima
M2	Leucemia mieloide aguda con maduración
M3	Leucemia promielocítica aguda
M4	Leucemia mielomonocítica aguda
M4eos	Leucemia mielomonocítica aguda con eosinofilia
M5	Leucemia monocítica aguda
M6	Leucemia eritroide aguda
M7	Leucemia megacarioblástica aguda

Nota: Leucemia mieloide aguda, (p.3), por Leyto-Cruz. F, 2018, Revista de hematología.

7.5.1.3 **Exámenes Complementarios.** Laboratorio (hemograma, coagulograma, química general). Ecografía abdominal. Radiografía tórax (RX) y Tomografía Computarizada (TC) de tórax y senos paranasales. Ecocardiograma (según corresponda). Tomografía Axial Computarizada (TAC) y Resonancia magnética nuclear (RMN). Evaluación odontológica, oftalmológica y psicológica. Estudio de histocompatibilidad.

7.5.1.3.1 **Morfología y Citoquímica.** Test de embarazo y crio preservación de espermatozoides de acuerdo con posibilidad y preferencia. Aspirado de médula ósea (PAMO). La biopsia de médula ósea (BMO)

7.5.1.4 **Diagnóstico.** El porcentaje de infiltración de MO requerido para el diagnóstico de LMA es, $\geq 20\%$. Pero la presencia de cariotipos asociados como: $t(8;21) - t(15;17) - Inv(16)$ o $t(16;16)$ y eritroleucemias definen de forma directa el diagnóstico. La MPO es el marcador más específico de linaje mieloide y el criterio de positividad es $\geq 3\%$ en blastos (Sociedad argentina de hematología, 2019).

7.6 Neoplasias Linfoides

En terminología no es lo mismo la leucemia que el linfoma, ya que este último, se utiliza para describir proliferaciones originadas como masas tisulares discretas, no obstante, la división entre las leucemias linfocíticas y los linfomas es bastante limitada ya que, muchas veces ambos, se presentan con un cuadro leucémico en la sangre periférica acompañado de afectación medular. La clasificación de la OMS, divide a las neoplasias linfoides en 5 categorías, basadas en la celularidad de origen:

1. Neoplasia de precursores de las células B inmaduras.
2. Neoplasias de células B periféricas maduras.
3. Neoplasia de precursores de células T inmaduras.
4. Neoplasia de células T periféricas maduras y células NK (natural killer).
5. Linfoma de hodkin (células Ree-Sternberg y variantes) (Robins y Cotran, 2015).

7.6.1 ***Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA)***

La leucemia linfoblástica aguda (LLA) es la neoplasia maligna más habitual en infantes, con una tasa de supervivencia que alcanza entre el 70-90%, a pesar de fracasos en el tratamiento con quimioterapia y las recaídas (Pui et al., 2008; Lankowsky, 2011; Kapoor y Singh, 2018). La sociedad argentina de hematología (2019) denomina a la LLA como un grupo de enfermedades neoplásicas resultantes de la proliferación clonal de linfoblastos que infiltran MO, diferentes órganos y/o sistemas. Se identifica por tener distribución bimodal, con un primer pico en pacientes menores de 20 años y un segundo pico, a partir de los 45 años de edad. Representa entre el 75-80% de las leucemias agudas en edad pediátrica, con un predominio entre los dos y cinco años de edad. La LLA está, compuesta por células inmaduras llamadas linfoblastos tipo B (pre-B) o a veces células inmaduras tipo T (pre-T), el 85% de las LLA son de tipo B (Figura 4). Generalmente, se presentan en adolescentes del sexo masculino. La médula es hipercelular y se encuentra llena de linfoblastos, reemplazando los elementos medulares normales (Robins y Cotran, 2015). El desequilibrio entre las proteínas proapoptóticas y antiapoptóticas se asocia con la remisión en la LLA pediátrica (Hassan et al., 2014).

Figura 4.

Clasificación de la OMS de las LLA. Revisión 2022-2016.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

OMS 5 ^a edición 2022	OMS 4 ^a edición 2016
Leucemia/Linfoma linfoblástico B tipo NOS	Sin cambios
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con alta hiperdiploidía	Leucemia/Linfoma linfoblástico B con hiperdiploidía
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con hipodiploidía	Sin cambios
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con iAMP21	Sin cambios
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con fusión <i>BCR::ABL1</i>	Leucemia/linfoma linfoblástico B con <i>t(9;22)(q34;q11.2); BCR-ABL1</i>
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con características <i>BCR::ABL1</i> simil	Leucemia/Linfoma linfoblástico B, <i>BCR-ABL1</i> simil
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con rearreglo de KMT2A	Leucemia/Linfoma linfoblástico B con <i>t(v;11q23.3); KMT2A</i> rearreglado
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con fusión <i>ETV6::RUNX1</i>	Leucemia/Linfoma linfoblástico B con <i>t(12;21)(p13.2;q22.1); ETV6-RUNX1</i>
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con características <i>ETV6::RUNX1</i> Simil	No incluido
Leucemia/Linfoma Linfoblástico B con fusión <i>TCF3::PBX1</i>	Leucemia/Linfoma linfoblástico B con <i>t(1;19)(q23;p13.3); TCF3-PBX1</i>
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con fusión <i>IGH::IL3</i>	Leucemia/Linfoma linfoblástico B <i>t(5;14)(q31.1;q32.1); IGH/IL3</i>
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con fusión <i>TCF3::HLF</i>	No incluido
Leucemia/Linfoma linfoblástico B con otras anomalías genéticas no definidas	Sin cambios
Leucemia/linfoma linfoblástico T, NOS	Leucemia/linfoma linfoblástico T
Leucemia/Linfoma linfoblástico precursor temprano T	Leucemia/Linfoma linfoblástico Early T
Entidad eliminada	Leucemia/Linfoma linfoblástico NK

Nota: Leucemias agudas, (p. 402-402), por Agriello. E, et al, 2023, Sociedad Argentina de Hematología- Guías de Diagnóstico y Tratamiento.

- 7.6.1.1 **Leucemia Linfoblástica de Célula B.** Tienen un curso agresivo, pero son potencialmente curables. Las células son de tamaño intermedio con morfología blástica y exteriorizan marcadores de línea B iniciales como, CD19, CD79a, PAX5 y la enzima TdT (transferasa terminal de dinucleótidos) presente en todas las células linfoides inmaduras, con una afectación fundamentalmente en infantes y adultos jóvenes (Rozman. C y Cardellach. F, 2016).
- 7.6.1.2 **Leucemia Linfoblástica de la Célula T.** Son neoplasias infantiles o de adultos jóvenes. Es frecuente la presencia de una masa mediastínica, localizada en la región anterior de rápido crecimiento y también es habitual la afección del SNC. Morfológicamente son indistinguibles de los linfomas linfoblásticos de fenotipo B. Expresan TdT y antígenos de línea T. Pueden mostrar positividad a CD1, también; pueden expresar de forma aislada o conjunta CD4 y CD8 (Rozman. C y Cardellach. F, 2016).
- 7.6.1.3 **Estudios Complementarios.** (Hemograma completo y frotis de sangre periférica (SP), evaluación de hemostasia, evaluación química general). Evaluación de líquido cefalorraquídeo (LCR): examen fisicoquímico, citológico y citometría de flujo. Examen de fondo de ojo. Rx y TAC de tórax y senos paranasales. Ecografía abdomino-pelviana y testicular. Ecocardiograma. RMN o TAC y/o TC. Evaluación odontológica y psicológica. Estudio de histocompatibilidad: al diagnóstico, pre-transfusión de glóbulos rojos o post.
- 7.6.1.3.1 **Morfología y Citoquímica.** Punción aspiración de médula ósea (PAMO) para buscar: Inmunofenotipo, estudios citogenéticos, estudios moleculares. Biopsia de médula ósea (BMO) (Sociedad argentina de hematología, 2019).

7.6.1.4 **Diagnóstico.** La sospecha inicia, con el cuadro clínico, consecuentemente es necesario, realizar un estudio histológico de los ganglios linfáticos u otros tejidos que estuvieran afectados (Robins y Cotran, 2015). La infiltración blástica en MO o sangre periférica requerido para el diagnóstico es $> 20\%$ (OMS, 2016).

7.7 Tratamientos para la LLA Y LMA

7.7.1 *Tratamiento de Inducción para la LMA*

El tratamiento estándar para la LMA es la poliquimioterapia inmediata al diagnóstico y se divide en dos fases: la fase de inducción a la remisión y la fase de post-remisión (consolidación). El objetivo del tratamiento se basa en erradicar la presencia de células leucémicas y así alcanzar la RC, por lo que los resultados se manifiestan en el recuento normal de celularidad en la sangre periférica (SP) y MO. Con menos de un 5.0% de mieloblastos, en este estadio no debe existir presencia de celularidad leucemia, y se debe mantener por 4 semanas. Existe la “enfermedad residual mínima”, la cual se denomina como la presencia de células leucémicas indetectables, por lo que el paciente en estos casos necesitará de ciclos posteriores para alcanzar la curación (Sala y col, 2007).

Todos los subtipos FAB comparten el mismo tratamiento, a excepción de la LMA en pacientes con Síndrome de Down y la Leucemia Promielocítica Aguda (LMA M3) (Mammi. L. F, et al, 2019).

7.7.2 *Tratamiento de Inducción para la LLA de células B y T*

El Instituto Nacional del Cáncer (INC, 2025) plantea 2 protocolos, el primero en el periodo de inducción, donde utilizan 3 fármacos principalmente: Vincristina, Corticoides y Pegaspargasa. El otro protocolo de inducción es dirigido a pacientes con LLA-B de alto riesgo y pacientes con LLA-T, en el cual se utilizan 4 fármacos, los cuales son: vincristina, corticoide, pegaspargasa junto con una antraciclina (Möricke. A, et al, 2010).

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

La terapia para la LLA con antimetabolitos, como la dosis intermedia de metotrexato (IDMTX)³ y la estrategia de alternar diferentes medicamentos, mejoró los resultados en pacientes con diagnóstico de LLA de células B, por lo que, esta estrategia de tratamiento es beneficiosa para este subtipo de leucemia (Salzer. WL, et al, 2010).

7.7.3 **Recomendaciones para el Tratamiento**

-Que los adolescentes sean tratados con protocolos pediátricos.

-Vigilar estrechamente a los adolescentes y adultos jóvenes por mayor toxicidad (Vizcaíno. M, 2015).

7.8 **Efectos Secundarios del Tratamiento con quimioterapia**

7.8.1 **Alteraciones Endocrinológicas y de la Fertilidad**

Son las más comunes, infieren un impacto negativo en el crecimiento, la imagen corporal, la función sexual y la calidad de vida. Generalmente, las alteraciones endocrinológicas se producen por efecto de la radioterapia externa sobre cabeza, cuello y gónadas, o bien por la irradiación corporal total, viéndose facilitadas con la administración concomitante de diversos citostáticos⁴.

7.8.2 **Cardiotoxicidad**

Es uno de los efectos secundarios más comunes y estudiados, se genera consecuente al uso de fármacos correspondientes con antraciclinas donde la dosis total acumulada aumenta el riesgo de ésta, o por efectos de la radioterapia, que incluya el corazón o por ambas. Puede producir miocardiopatía e insuficiencia cardíaca sintomática hasta en el 15% de los pacientes, y

³ Dosis intermedia de metotrexato: fármacos que infieren en la síntesis de ADN /ARN.

⁴ Citostáticos: sustancia que detiene el crecimiento de las células cancerosas sin destruirlas.

enfermedad subclínica hasta en el 40%. Los factores que predisponen al paciente a la cardiotoxicidad son, la edad temprana (a menor edad mayor riesgo), el sexo femenino y el déficit de la hormona de crecimiento (GH).

7.8.3 *Efectos neuropsicológicos*

La neuro disfunción motora o sensitiva, el déficit neurocognitivo, dificultades en el aprendizaje, alteraciones del comportamiento y, en casos más graves, encefalopatía. (Escribano. C, 2006).

7.8.4 *Neuropatía inducida por quimioterapia*

Es la complicación neurológica toxica más frecuente en pacientes que reciben tratamiento con quimioterapia. Existen factores que influyen en la vulnerabilidad del sistema nervioso periférico y son: el tipo de agente citostático, el esquema de tratamiento administrado, combinaciones entre distintos citostáticos, tipo de tumor, características del paciente, toma de fármacos neurotóxicos, criterio o técnica de diagnóstico y evaluación de la quimioterapia. Se estima que el 30-40% de todos los pacientes tratados con agentes quimioterápicos desarrollaran neurotoxicidad periférica.

La prevención y el reconocimiento precoz de la neuropatía inducida por quimioterapia son decisivas para evitar neuropatías severas e incapacitantes. Existe ausencia de tratamientos preventivos o síntomas eficaces en la neuropatía inducida por quimioterapia, consecuentemente tampoco existen marcadores o factores de riesgo que permitan individualizar el tratamiento oncológico, así como la creación de fármacos neuroprotectores (Velasco. R y Bruna. J, 2009).

7.9 Efectos secundarios y el ejercicio físico

Los periodos prolongados de hospitalización por los efectos secundarios al tratamiento con quimioterapia, contribuyen a menos actividad física; por lo que es común encontrar decrementos en las capacidades físicas del paciente oncológico adolescente. Uno de los síntomas más frecuentes e incapacitante es la fatiga, de aparición temprana y tiene un mayor impacto negativo en la vida diaria. Otras sintomatologías comunes son los vómitos, dolores y ansiedad que deterioran el funcionamiento debido al aumento de la necesidad de descanso físico y emocional, consecuentemente, estos síntomas no mejoran con el reposo. Se acompañan de afectaciones musculoesqueléticas en ambas extremidades y puede prolongarse en el tiempo ya que, a nivel estadístico, prevalece hasta en el 40% de los pacientes que han finalizado el tratamiento.

Los efectos secundarios, afectan el desarrollo de los pacientes en la actividad física y comprenden cambios fisiológicos, inflamatorios, hipermetabólicos, psicológicos, alteraciones del sueño y trastornos nutricionales. Además, el propio tratamiento oncológico, las limitaciones de la infraestructura hospitalaria, la escasez de recursos y la falta de guías de práctica clínica, representan barreras adicionales para la práctica de actividad física y ejercicio. No obstante, existe evidencia que respalda la seguridad del ejercicio físico como una herramienta clave para, mitigar la fatiga y otros síntomas. (Bustamante. R y Rodríguez. E, 2022).

7.10 Tono muscular

De acuerdo con Argente. A (2021), el tono muscular se denomina como la resistencia activa que ofrece normalmente un músculo esquelético a su estiramiento pasivo, se evidencia como una semi contracción muscular ligera y sostenida. Fisiológicamente el tono muscular es producto del reflejo miotático o reflejo de estiramiento muscular que se integra a nivel espinal

modulado por influencias supraespinales, por lo que, las terminaciones intrafusales especializadas de las fibras del huso neuromuscular son sensibles al estiramiento.

7.11 Trofismo muscular

Según Jané Otazú, C. A. (2021) el trofismo refiere al mantenimiento de la masa muscular, mide el estado nutricional, desarrollo y renovación del músculo. El trofismo depende de diversos factores como movimiento, inervación, irrigación, entre otros. La falta de movilidad y ejercicio físico pueden afectar el trofismo muscular, produciendo una disminución parcial o total de masa muscular. Dentro de las alteraciones del trofismo encontramos a la hipotrofia muscular y la atrofia muscular, ambas se manifiestan con debilidad muscular, pérdida de fuerza, disminución en la función y por último pérdida total de la motilidad muscular.

7.12 Contracción muscular

La contracción muscular es un proceso fisiológico mediante el cual las fibras musculares se colocan en tensión produciendo cambios en la longitud de estas. El proceso de contracción muscular se halla controlado por el SNC y permite producir la fuerza motora. De acuerdo con la resistencia externa aplicada, el músculo puede acortarse, alargarse o mantenerse en tensión constante, sin modificar la longitud de sus fibras. (Ibáñez Marín. M, 2022).

7.13 Fuerza muscular

Para Goldspink. G (1997) teóricamente, es la capacidad de producir tensión y está ligada a una serie de factores, como son, el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina, el número de sarcómeros en paralelo, la tensión específica o fuerza que una fibra muscular pueda ejercer por unidad de sección

transversal (N-cm-2) (Semmler y Enoka, 2000), la longitud de la fibra y del músculo, el tipo de fibra y los factores facilitadores e inhibidores de la activación muscular (González. B, 2018).

7.14 Ejercicio físico

El ejercicio físico se define, como cualquier movimiento corporal producido por el sistema locomotor mediado por una contracción y relajación de la musculatura, que genera un consumo de energía. Dicho movimiento supone un incremento de la demanda de oxígeno y nutrientes por parte de los músculos en general. La adaptación muscular al ejercicio es la base del entrenamiento y está mediado por la adaptación y el desarrollo de las fibras musculares como por los cambios en su metabolismo, fundamentalmente en las mitocondrias. Se trata de un proceso complejo y no completamente conocido que implica vías heterogéneas como los receptores de calcineurina, neoangiogénesis, sobreexpresión genética, reprogramación metabólica mitocondrial y síntesis de miosinas desde el propio tejido muscular (Cordero. A, et al, 2014).

7.14.1 *Ejercicio de fuerza muscular*

Según el diccionario de la lengua española (s,f) y la RAE (s,f) el ejercicio de fuerza es la capacidad física para mover algo o alguien que tenga peso o haga resistencia. En la actualidad no existen pruebas científicas que demuestren que el entrenamiento de fuerza supervisado pueda estar contraindicado en edades precoces. Se afirma que es un entrenamiento seguro, saludable y efectivo. El mismo debería comprender, un óptimo y equilibrado desarrollo musculoesquelético y postural de todo el cuerpo, consolidación de patrones técnicos correctos en variedad de ejercicios de resistencias, promover e inculcar hábitos de vida saludables y por último, debería iniciar de forma progresiva con un acondicionamiento físico global amplio y estar bajo formatos afines a estas edades, con el objetivo de evitar el aburrimiento y favorecer el cumplimiento (Peña. G, et al, 2016).

7.14.2 *El ejercicio y el cáncer*

El interés por que los pacientes con diagnóstico de leucemia realicen ejercicio se ha centrado en gran medida en su potencial para mejorar los efectos secundarios del tratamiento. Los pacientes con leucemia se encuentran constantemente con el riesgo de desarrollar complicaciones como, disminución de la fuerza muscular, deterioro de la motricidad gruesa y fina, osteonecrosis y fatiga. Estos resultados son notables principalmente, al momento del diagnóstico y especialmente en una etapa temprana de la enfermedad. Un estudio de Akyay. ET, destacó que la resistencia, la fuerza y la movilidad funcional eran peores al final de la fase de inducción en comparación con el periodo del diagnóstico.

El nivel de rendimiento físico de una persona con diagnóstico de cáncer depende de la capacidad aeróbica y, en gran medida, de la fuerza muscular. Ambos factores pueden influir considerablemente en la fatiga y el rendimiento funcional.

La remodelación muscular hacia otro tipo de fibra muy ineficiente y a la atrofia, así como la disminución de la capacidad funcional son problemas que repercuten en el músculo. Estos daños se encuentran presentes durante el tratamiento con quimioterapia y radioterapia. Estudios científicos en los que se incluye el ejercicio durante estos periodos, informan de los efectos positivos sobre aspectos psicológicos y fisiológicos del paciente mejorando de forma importante la calidad de vida global del paciente (Chicharro. J, et al, 2006).

El ejercicio físico y el entrenamiento de resistencia muscular planteado durante el periodo de inducción deben ser componentes esenciales dentro del régimen de ejercicios propuestos para estos pacientes. En particular, el rendimiento muscular es un aspecto fundamental de la movilidad y la autonomía de los pacientes (Wehrle, A. 2018).

7.14.3 **Objetivos del ejercicio de fuerza muscular**

Los laboratorios de fisiología del ejercicio ayudan a la rehabilitación de múltiples enfermedades crónicas, planteando una serie de datos objetivos respecto de las variables fisiológicas que ayudan a valorar la capacidad funcional inicial del paciente. A partir de estos datos en los test funcionales se pueden dar las pautas de ejercicio individualizado para cada paciente, teniendo en cuenta datos sobre, el tipo de ejercicio, la frecuencia, intensidad y duración de las sesiones. Las reevaluaciones marcan los cambios dentro de la planificación y la prescripción de ejercicio, ya nos permiten visualizar de forma objetiva los cambios en el paciente. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda para el paciente con diagnóstico de cáncer un seguimiento continuado e individualizado (Chicharro. J, et al, 2006). Las complicaciones y precauciones del ejercicio en sujetos con diagnóstico de cáncer se encuentran en el Anexo 1.

8 Materiales y métodos

8.1 Diseño del estudio

El presente estudio es de tipo observacional, analítico, longitudinal y de seguimiento de una cohorte retrospectiva, ya que tiene como objetivo analizar los resultados observados en un grupo de sujetos, con características en común, que han recibido un tratamiento dentro del proceso habitual de atención y que no ha sido administrado de forma deliberada para la realización del estudio. Los datos fueron recopilados de las historias clínicas en dos momentos distintos y de forma retrospectiva en el periodo 2020-2022.

8.2 Variables

8.2.1 Edad en años

Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento al momento del registro de los datos.

8.2.2 **Sexo**

Condición orgánica de un ser vivo por la cual este, es femenino o masculino.

8.2.3 ***Tipo de leucemia***

Dentro del diagnóstico de leucemia existen distintos tipos, donde los integrados en este estudio son la, LLA, LLA-B y LMA.

8.2.4 ***Intervalo de tiempo entre evaluación inicial y final***

Tiempo medido en días, desde la fecha de la primera evaluación a la segunda evaluación.

8.2.5 ***Fuerza Muscular***

Cuantificada con la escala del Medical Research Council (MRC) para evaluar la fuerza muscular de los principales grupos musculares en los miembros superiores (MMSS) y miembros inferiores (MMII), con una puntuación que va de 0 a 5.

8.3 **Herramienta de medición**

8.3.1 ***Escala MRC***

La escala MRC es una herramienta de medición validada y fácil de utilizar a nivel clínico, con la característica de realizar una evaluación al pie de cama, permitiendo examinar la fuerza muscular en 3 grupos de músculos de la extremidad superior e inferior, con un rango que va de 0 (parálisis) a 5 (fuerza normal) para cada grupo muscular. El resultado final alcanzado oscila entre 0 (parálisis total) y 60 (fuerza muscular normal en las 4 extremidades). Un valor por debajo de 48 se considera un valor definitorio de debilidad adquirida en la UCI (unidad de cuidados intensivos), (Vía Clavero et al., 2013). Se evalúa de manera bilateral y sistemática los 6 grupos musculares; 3 de MMSS y 3 MMII, puntuando cada grupo de forma

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

individual con la escala de puntuación de 0 a 5. (Figura 5). La evaluación, inicia con un grado de MRC de 3, continua por un grado 2 o 4 dependiendo los resultados (Ver algoritmo de la evaluación, Anexo 2), se debe estimular al paciente brindándole órdenes claras, para que mantenga la contracción entre 5-6 segundos.

El fisioterapeuta realiza y le muestra al paciente el movimiento que debe realizar de forma pasiva, para que luego el paciente lo realice de forma activa. Se pueden realizar hasta 3 intentos por cada grupo muscular, los descansos entre medidas deben ser como máximo de 30 segundos, a excepción de que el paciente transmita que necesita más tiempo. Al finalizar la evaluación, se debe calcular la sumatoria de los valores obtenidos de cada extremidad.

Figura 5.

Puntuación según escala del Medical Research Council (MRC)

Valor para cada movimiento	Escala Medical Research Council. Examen muscular
0	Contracción no visible
1	Contracción muscular visible pero sin movimiento de la extremidad
2	Movimiento activo pero no contra gravedad
3	Movimiento activo contra gravedad
4	Movimiento activo contra gravedad y resistencia
5	Movimiento activo contra total resistencia
Funciones evaluadas: extremidad superior: extensión de muñeca, flexión del codo, abducción del hombro; extremidad inferior: dorsiflexión de tobillo, extensión de rodilla, flexión de cadera; valor máximo: 60 (4 extremidades, máximo 15 puntos por cada extremidad); valor mínimo: 0 (tetraplejía).	

Nota: Evolución de la fuerza muscular en paciente críticos, (p. 3), por Vía Clavero, et al, 2013, Elsevier.

8.4 **Muestra**

La muestra seleccionada fue no probabilística ya que, no se seleccionaron al azar los sujetos incluidos en el estudio. Se realizó una selección de todos los pacientes que durante el periodo 2020-2022 tuvieran diagnóstico de leucemia, de tipo LLA, LLC, LMA, LMC en la Clínica San Lucas.

8.5 **Participantes**

Sujetos preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de LLA, LLA-B y LMA, que asistieron a la Clínica San Lucas en el periodo 2020-2022 y se les realizó la evaluación de fuerza muscular cuantificada con la escala MRC.

8.5.1 ***Criterios de Inclusión***

- Sujetos menores de 18 años.
- Sujetos con diagnóstico de leucemia de tipo LLA, LLC, LMA, LMC.
- Sujetos que realizaron el tratamiento con quimioterapia en la modalidad de internación.
- Sujetos que tenían la evaluación de fuerza muscular cuantificada al inicio del tratamiento con quimioterapia.
- Sujetos que tenían la evaluación de fuerza muscular cuantificada al finalizar el tratamiento con quimioterapia.
- Sujetos que realizaron ejercicio de fuerza muscular durante el tratamiento de inducción a la remisión.

8.5.2 ***Criterios de Exclusión***

- Sujetos que realizaron el tratamiento con quimioterapia de forma ambulatoria.
- Sujetos con otros diagnósticos que no sean leucemia.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

- Sujetos que no realizaron ejercicio de fuerza muscular durante el periodo de quimioterapia.
- Sujetos que no tenían la evaluación MRC completa en las fichas clínicas.

8.6 **Ámbito**

El servicio de Onco-Hematología de la Clínica San Lucas es un Centro de Referencia de la Patagonia que atiende a niños y adolescentes con enfermedades de la sangre y tumores sólidos. Recibe a personas de entidades públicas y privadas de Neuquén, Río Negro, La Pampa y Chubut. Dispone de 8 camas de internación en un sector propio y aislado con enfermería especialmente capacitada, y preparación de medicación oncológica bajo campana de flujo laminar. Asimismo, cuenta con un área de Hospital de Día por el que pasan muchos pacientes, donde se llevan a cabo tratamientos de quimioterapia, transfusionales y diagnósticos de enfermedades hematológicas benignas y malignas. Se realiza también el seguimiento de pacientes en tratamiento o ya fuera de ellos.

8.7 **Procedimiento**

Se recopilaban datos a partir de una ficha kinésica (Anexo 3), en la cual se registraron los valores de fuerza muscular utilizando la escala MRC el primer día de inicio del periodo de inducción a la remisión. Durante seis días consecutivos, los sujetos realizaron ejercicio de fuerza muscular y flexibilidad dos veces al día, estos ejercicios están determinados por la clínica, por lo que todos los pacientes que asisten a quimioterapia realizan esos mismos ejercicios. (Anexo 4) Al finalizar este periodo, en el sexto día, se revaluó a los sujetos para valorar los cambios en la fuerza muscular.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Se confeccionó una base de datos con las variables (edad, sexo, tipo de leucemia, intervalo entre evaluaciones y fuerza muscular) en el programa Excel para el registro y análisis de los datos.

Las variables, como el sexo y el tipo de leucemia, se expresaron en valor absoluto y porcentaje. Las variables cuantitativas como edad y fuerza muscular (valor MRC pre y post) se expresaron según su distribución de datos. Las variables cuantitativas como edad y fuerza muscular (valor MRC pre y post) se expresaron según su distribución, ya sea asimétrica (fuerza muscular) con mediana y rango intercuartílico (RIQ) y la de distribución normal o simétrica (edad) con mediana y desvío estándar (DE).

Se utilizó el test de Shapiro-Wilk para la determinación de la distribución normal o anormal de la muestra.

Para la comparación entre los valores iniciales y finales de fuerza muscular cuantificados con la escala MRC se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, considerando como significativo un valor de $p < 0,05$.

8.8 Utilización del consentimiento informado

El presente estudio analizó datos ya registrados por el área de kinesiología de la clínica San Lucas, motivo por el cual, se solicitó aprobación de la jefa del servicio de kinesiología la Lic. Ivonne Badella y el director médico de la Clínica San Lucas, Dr. Andrés F. Gallardo Martínez para el uso de los datos de las fichas kinésicas. Anexo 5.

El registro de los datos se realizó de manera anónima y solo tuvo acceso la persona que realizó la tesis para preservar la confidencialidad.

9 Resultados

La muestra del estudio estuvo compuesta por un total de 23 participantes ($n = 23$). En primer lugar, se realizó la prueba de normalidad de datos para las variables edad y fuerza muscular (medidas pre y post ejercicio). Esta prueba tuvo como objetivo analizar si los valores de las respectivas variables seguían una distribución normal.

Para la variable edad, los datos se distribuyeron de forma normal, por este motivo se realizó media y DE Anexo 6. Respecto a la fuerza muscular, tanto en los valores pre ejercicio como post, los datos se distribuyeron anormalmente, por esta razón se realizó mediana y RIQ para esta variable Anexo 7.

En cuanto a los datos clínico-demográficos, se obtuvo una media de edad de 13 años ($DE: \pm 2,74$), con una leve predominancia al sexo masculino (52%). El tipo de leucemia más prevalente fue el de LLA-B (43%) seguido de LMA (35%) y por último la LLA (22%). Tabla 1.

Tabla 1.

Características clínico-demográficas.

	Total n= 23
Edad, años Media $\pm$ DE	13 ($\pm 2,74$)
Sexo masculino, n (%)	12 (52%)
Tipo de Leucemia n (%)	
-LMA	5 (22%)
-LLA-B	10 (43%)
-LLA	8 (35%)

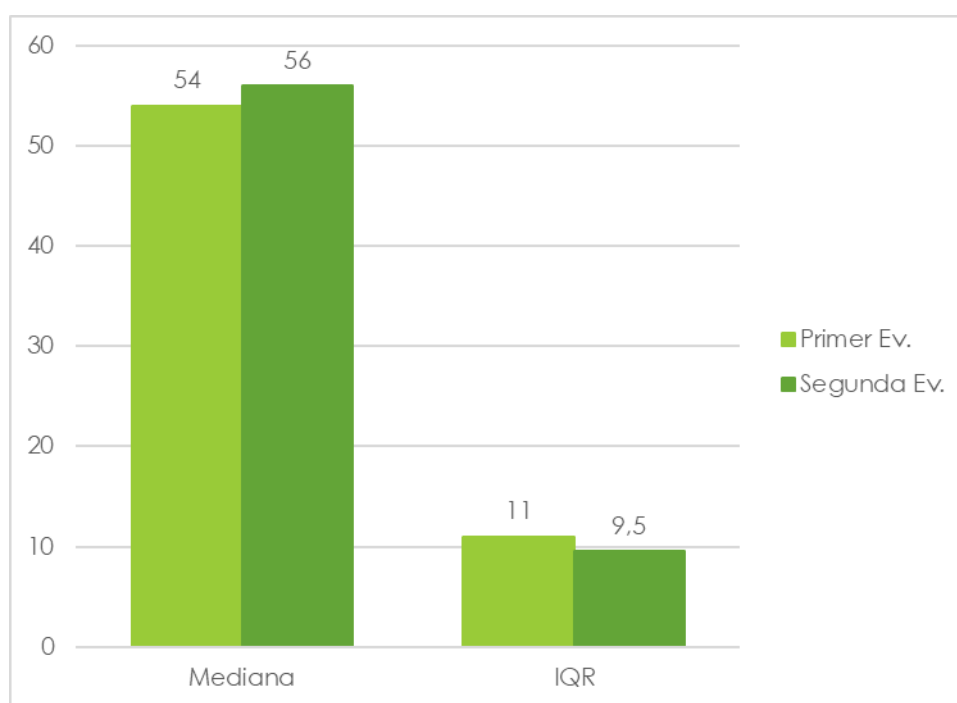
Nota: Elaboración propia.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

En cuanto a la estadística descriptiva, los resultados de la primera evaluación expusieron una mediana de 54, con un primer cuartil (Q1) de 46,5, un tercer cuartil (Q3) de 57,5 y un rango intercuartílico (IQR) de 11. Por otro lado, los valores de la última evaluación reflejaron una mediana de 56, un Q1 de 50, un Q3 de 59,5 y un IQR de 9,5. Figura 6.

Figura 6.

Valores de las características descriptivas.



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 7 se presenta un boxplot comparativo (grafico de cajas y bigotes) que exhibe la distribución de los resultados obtenidos en la evaluación de fuerza muscular pre y post ejercicio, cuantificados mediante la escala MRC.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

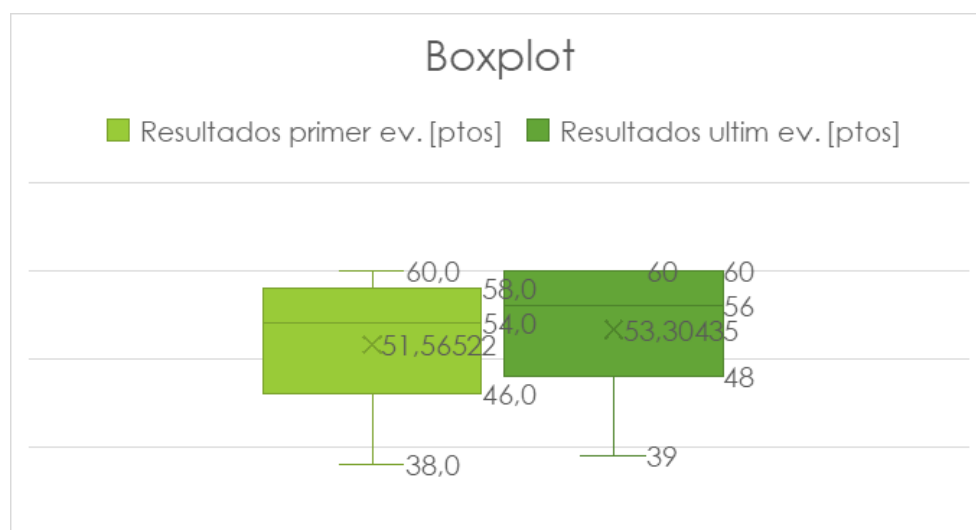
Se observa que, en la primera evaluación, los valores oscilaron entre 38 y 60 puntos, con un valor medio de 51,56 puntos. En la última evaluación, los valores oscilaron entre 39 y 60 puntos, con un valor medio de 53,30 puntos. Anexo 7.

Ambos grupos presentan una distribución similar, sin valores atípicos identificables, lo que sugiere una homogeneidad en la respuesta de los sujetos ante la intervención. Aun así, se evidencia un ligero aumento del promedio y del cuartil inferior en la última evaluación, lo que podría interpretarse como una mejora general en la fuerza muscular tras la realización de ejercicios de fuerza muscular durante el periodo de inducción a la remisión.

Este análisis permite inferir que la intervención tuvo un impacto positivo, aunque leve, sobre los valores de fuerza muscular. Los resultados respaldan la utilidad de incluir programas de ejercicio terapéutico en sujetos pediátricos oncológicos como complemento a los tratamientos médicos convencionales.

Figura 7.

Gráfico Boxplot.



Nota: Elaboración propia.

10 Discusión

La presente investigación analizó a 23 sujetos ($n=23$) con una media de edad de 13 años ($DE: \pm 2,74$). Los valores de fuerza muscular cuantificados con la escala MRC variaron desde 38 a 60 puntos en la primera evaluación y desde 39 a 60 puntos en la última evaluación, cuantificada 6 días después de la primera.

Pui et al., 2008; 1998; Lanzkowsky, 2011; Kapoor y Singh, 2018 refieren que la LLA es la neoplasia maligna más habitual en infantes y la sociedad argentina de hematología (2019) menciona que el 85% de las LLA son de tipo B y que existe mayor incidencia de la LLA-B en adolescentes del sexo masculino. Dicha información acompaña los resultados de este estudio, donde la leucemia más prevalente fue la LLA-B y existió una leve predominancia por el sexo masculino (52%). Los hallazgos no respaldaron lo establecido en el tercer objetivo específico ni confirmaron la hipótesis formulada en esta investigación.

Los datos presentados por esta variable no coinciden con lo expuesto por Jmelnitsky, et al. (2023) del Hospital de Pediatría Dr. Juan P. Garrahan, donde el diagnóstico más frecuente fue la LLA pese a eso, en la muestra de este trabajo la LLA (22%) obtuvo un tercer lugar, siendo la menos prevalente.

Autores como Jmelnitsky et al. (2023) utilizaron la escala MRC como herramienta de medición, mientras que Tejada A. J. (2023) utilizó la dinamometría y el cálculo de la repetición máxima (RM). En la misma línea, el Manual de Ejercicios en Oncología Pediátrica (s.f.) recomienda el uso de herramientas de evaluación similares y plantea la necesidad de unificar criterios para la valoración mediante la elaboración de un protocolo común. Esto permitiría facilitar la comparación e interpretación de datos, con el fin de valorar con mayor precisión la eficacia de la actividad física.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Durante el periodo de inducción a la remisión, los sujetos realizaron ejercicio todos los días, dos veces al día, lo cual difiere de lo propuesto por Ferrándiz Tecles, C. (2022–2023), quien recomienda una frecuencia de tres veces por semana para el ejercicio de fuerza muscular, con un rango de una a tres series de ocho a quince repeticiones. A pesar de esta discrepancia con la literatura consultada, los resultados de fuerza muscular mostraron una mediana con leve aumento (de 54 a 56). Aunque este cambio no fue estadísticamente significativo, por motivos correspondientes a la corta duración entre evaluaciones (seis días) y al tamaño reducido de la muestra ($n=23$). Se observa una respuesta homogénea entre los participantes. Además, se destaca un ligero incremento tanto en el promedio como en el cuartil inferior en la última evaluación, lo que sugiere una mejora general en la fuerza muscular.

Al comparar los valores de fuerza muscular pre y post ejercicio, se obtuvo un valor de p no significativo, lo que indica que no se produjeron cambios estadísticamente relevantes en esta variable. A pesar de ello, este resultado se interpreta como positivo, ya que la fuerza muscular se mantuvo igual, sugiriendo una cierta estabilidad en la misma. Este hallazgo se vuelve relevante si se considera que, según Bustamante, R. y Rodríguez, E. (2022), uno de los efectos secundarios más frecuentes del tratamiento oncológico es la disminución de la actividad física, derivada de afectaciones musculoesqueléticas en ambas extremidades, con una prevalencia de hasta el 40 % en pacientes al finalizar el tratamiento. En este contexto, mantener los niveles de fuerza muscular podría considerarse un indicador de eficacia del programa de ejercicio. Así, se refuerza la hipótesis de investigación, que no se ve refutada a partir de los resultados obtenidos.

Los autores Cortes-Reyes et al (2013) y Tejada A.J (2023) demostraron en las investigaciones que los programas de ejercicio terapéutico, específicamente los que combinan fuerza muscular con actividad aeróbica generan mejoras significativas en la fuerza muscular,

calidad de vida y otros indicadores funcionales. Sin embargo, destacan que estas mejoras se observan a mediano y largo plazo, por tal motivo un seguimiento más prolongado podría ser un punto fundamental para observar cambios más representativos. Asimismo, las evaluaciones de fuerza muscular con herramientas como dinamometría o RM podrían ofrecer una mayor sensibilidad y consecuentemente información que sea clínicamente significativa.

Retomando al POEM (Chamorro-Viña. C, et al, s,f) y la iPOEG (Wurz. A, et al 2021) resaltan que la actividad física en infantes y adolescentes con diagnósticos de cáncer es segura, asimismo promueven la realización de forma regular de AF que involucre ejercicios que comprendan fuerza muscular y actividad aeróbica, ambas utilizadas como herramientas terapéuticas. Realizan recomendaciones de actividades estructuradas que incluyan distintos estímulos, por al menos tres veces por semana, lo que en la presente investigación no se cumplió debido a las limitaciones inherentes al entorno clínico, al diseño y al carácter retrospectivo. El iPOEG, con un consenso internacional respalda la necesidad de más movimiento y ejercicio.

Por otro lado, la revisión de Wolin et al. (2010) y el POEM destacan el bajo riesgo asociado a la AF en infantes oncológicos, respaldando la inclusión de programas de ejercicios desde etapas tempranas en el tratamiento. En la presente investigación, se realizó de la siguiente manera, los sujetos comenzaron a realizar ejercicio de fuerza muscular el día uno del periodo de inducción a la remisión. No obstante, el campo aún enfrenta desafíos metodológicos como el bajo reclutamiento, la corta duración de las intervenciones y la falta de consenso en las herramientas de evaluación. Factores que estuvieron presentes en la investigación y que probablemente influyeron en los resultados del presente estudio, principalmente en la comparación de la variable fuerza muscular.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

En definitiva, aunque no se hallaron diferencias significativas, podríamos pensar en que los ejercicios de fuerza muscular en pacientes con diagnóstico de leucemia tienen un beneficio potencial, pero esto debería ser analizado con otro tipo de estudio, tomando a este trabajo como fuente y base para la realización de un tipo de estudio experimental. Aun así, el estudio visibilizó la importancia de estandarizar protocolos de intervención y utilizar herramientas de evaluación validadas, como también extender los períodos de seguimiento con una muestra más amplia, para poder captar con mayor precisión los beneficios de las estrategias kinesiológicas. Esto resulta fundamental para fortalecer el cuerpo de evidencia y orientar futuras líneas de acción clínica e investigadora.

11 Conclusión

El presente estudio permitió analizar la evolución de la fuerza muscular en sujetos preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de leucemia, que realizaron ejercicio de fuerza muscular por 6 días, durante el periodo de inducción a la remisión con quimioterapia, en la Clínica San Lucas entre los años 2020 y 2022. A partir de la evaluación con la escala MRC, los resultados no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos pre y post intervención ($p > 0,05$); si bien, se observaron mejoras leves en las medianas que podrían indicar una tendencia positiva.

Desde el enfoque analítico, los hallazgos obtenidos permiten afirmar que, aunque los cambios no evidenciaron una significancia estadística, la implementación de ejercicios de fuerza es factible, segura y clínicamente relevante en este contexto. La práctica kinesiológica precoz podría desempeñar un rol clave en la prevención del deterioro muscular, la preservación de la autonomía funcional y el bienestar general del sujeto adolescente oncológico, la familia y el sistema de salud.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Asimismo, el presente trabajo busca visibiliza la necesidad de diseñar protocolos estandarizados, basados en evidencia, que se adapten a las particularidades de una población inmunosuprimida, con un tratamiento activo. Además, resalta la importancia de continuar profundizando en investigaciones experimentales y estudios de cohortes, contemplando variables funcionales y psicosociales a largo plazo, con el propósito de consolidar el ejercicio físico como parte integral dentro del enfoque interdisciplinario en oncología pediátrica.

La intervención kinésica basada en ejercicio de fuerza no solo representa una herramienta clínica, sino también una vía de acompañamiento humano y funcional para infantes y adolescentes en una etapa de alta vulnerabilidad, asimismo se sugiere indagar en la fuerza muscular en muestras más grandes de sujetos, ya que la bibliografía actualmente encontrada, toma muestras pequeñas o evalúa la actividad aeróbica como parte del ejercicio terapéutico, por lo que se recomienda fortalecer la evidencia sobre la fuerza muscular, para obtener estadística que sea clínicamente significativa. Sin embargo, destacar una mirada integral y adaptada al entorno hospitalario es un desafío necesario y urgente.

12 Aportes y contribuciones de la investigación

Esta investigación aborda una problemática muy relevante y con escasa exploración dentro del área de la kinesiología como lo es: la adolescencia y la leucemia. Aunque este tema ha sido previamente estudiado en Argentina, no se ha investigado específicamente en la Ciudad de Neuquén, lo que convierte este estudio en un aporte novedoso para la región. El presente estudio resalta la importancia del rol del kinesiólogo, ya que aporta una contextualización desde un enfoque integral, originalidad y pertinencia clínica.

13 Limitaciones de la investigación

El trabajo es de tipo descriptivo observacional y retrospectivo, por lo que se tomaron datos ya cuantificados en otro momento, limitando la posibilidad de adquirir una muestra más grande y la posibilidad de obtener conclusiones más aplicadas y específicas por falta de datos empíricos.

La dificultad de acceder a fuentes específicas de la población seleccionada para esta investigación por la escasa bibliografía disponible sobre kinesiólogía oncológica enfocada en adolescentes, por tal motivo muchas veces se recurrió a extrapolaciones de estudios en adultos o en niños más pequeños. Asimismo, numerosas bibliografías, engloban dentro de la investigación pediátrica a este grupo de pacientes.

El tiempo entre la primera y última evaluación cuantificadas, representa un limitante, ya que fue muy poco el intervalo y consecuentemente el periodo de entrenamiento, generando dudas sobre la validez de los resultados obtenidos en el análisis estadístico.

14 Líneas de investigación futuras

Respecto a las propuestas de futuras investigaciones, se propone indagar sobre la incidencia en la intervención temprana del kinesiólogo en los niveles de fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida durante y después del tratamiento oncológico, en sujetos adolescentes, asimismo, desarrollar estudios experimentales longitudinales y prospectivos con un tiempo de seguimiento más largo.

Por último, implementar un seguimiento a largo plazo en sujetos que reciben tratamiento kinesiológico y realizar un análisis por subgrupos etarios, particularmente evaluando la diferencia entre preadolescentes y adolescentes ya que podría brindar información valiosa sobre la prevención de secuelas y reincorporación a la vida cotidiana y escolar.

15 Propuestas de intervención

Las propuestas se basan en la planificación de abordajes individuales específicos y diferenciados para cada fase del tratamiento con quimioterapia. Se propone el diseño de un estudio experimental, donde a partir de dos grupos, uno realice ejercicio aeróbico y de fuerza muscular en el transcurso del periodo de inducción a la remisión, con un plan que considere un entrenamiento de tres veces por semana con un intervalo de una a tres series de ocho a quince repeticiones y otro grupo que realice solo actividades que contemplen movilidad activa y deambulaci3n.

16 Referencias

Argente, H. A., & Álvarez, M. E. (2013). *Semiología médica: fisiopatología, semiotecnia y propedéutica. Enseñanza basada en el paciente*. Editorial medica panamericana.

American Cancer Society. *Factores de riesgo para la leucemia linfocítica aguda*. (s. f.).

American Cancer Society. <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/leucemia-linfocitica-aguda/causas-riesgos-prevencion/factores-de-riesgo.html>

Afonso, R. C., Gómez, J. C. D., Gutiérrez, L. R., & Pérez, C. A. (2023b). *Influence of exercise in the body image of preadolescents and adolescents: importance of the index of corporal mass as a factor of confusion*. Nutrición Hospitalaria. <https://doi.org/10.20960/nh.04498>

American Cancer Society. (2024). Cancer Facts & Figures 2024.

<https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2024/2024-cancer-facts-and-figures-acf.pdf>

Antillón, F., Patricia, V., Jaime, J., Fuentes Alabí, S., Vasquez, F., Peña, A., ... & Rodríguez, H. (2007). *Protocolo de tratamiento para niños con Leucemia Mieloide Aguda no promielocítica no tratada previamente basada en el régimen AML-NOPHO 93 (modificado para AHOPCA 2007)*. Asociación de Hemato-Oncología Pediátrica de Centroamérica.

Clavero, G. V., Naváis, M. S., Albuxech, M. M., Ansa, L. C., Estalella, G. M., & Díaz-Prieto-Huidobro, A. (2013). *Evolución de la fuerza muscular en paciente críticos con ventilación mecánica invasiva*. Enfermería Intensiva, 24(4), 155-166.

<https://doi.org/10.1016/j.enfi.2013.09.001>

Cortés-Reyes, É., Escobar-Zabala, P., & González-García, L. (2013). *The effect of game-based exercise on infant acute lymphocytic leukaemia patients*. Revista de la Facultad de Medicina, 61(4), 349-355. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v61n4/v61n4a3.pdf>

Cordero, A., Masiá, M. D., & Galve, E. (2014). *Ejercicio físico y salud*. Revista Española de Cardiología, 67(9), 748-753. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2014.04.007>

Cáncer en la niñez y la adolescencia. (2025, 25 marzo). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/cancer-ninez-adolescencia>

Chamorro-Viña. C, Keats. M, Culos-Reed. N. (s,f). *Manual de ejercicios de oncología pediátrica*. <https://kinesiology.ucalgary.ca/labs/health-and-wellness/research/research-studies/pediatric-oncology-research/pediatric-oncology-exercise-manual-poem>

Chicharro López. J, Vaquero Fernández. A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Editorial panamericana.

Escribano. C-C. (2006). *Efectos tardíos del tratamiento del niño con cáncer*. 4(1):71-7. <file:///C:/Users/pilqu/Desktop/Bibliografia/escribano%20carlota%20efec%20secundarios.pdf>

Real Academia Española. (2024). Diccionario de la lengua española (23.^a ed.). <https://dle.rae.es/ejercicio>

Estudio MOvipre (s,f). *Documento resumen para la evaluación de la fuerza muscular mediante la escala MRC*. https://seeiuc.org/wp-content/uploads/2018/10/PROTOCOLO-EVALUACI%C3%93N-FUERZA-MUSCULAR_escala-Medical-Research-Council-Sum-Score-MRC-SS.pdf

Farreras, P. (2012). *Medicina interna*. Elsevier España.

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Ferrándiz Tecles, C. (2023). *Efectos del ejercicio terapéutico en pacientes con leucemia linfoblástica aguda infantil*. [Trabajo de fin de grado, Universidad Miguel Hernández De Elche Facultad de Medicina].

<https://dspace.umh.es/bitstream/11000/30085/1/TFG%20Clara%20Ferr%c3%a1ndiz%20Tecles.pdf>

Goldspink, G. (1992). *Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle*. In P.

V. Komi (Ed.), *Strength and power in sport* (pp. 211-229). Blackwell Scientific

Publications.

González Badillo, J. J. (1991). *Halterofilia*. Federación Española de Halterofilia y Comité Olímpico Español.

González-Badillo, J. J., & González-Badillo, J. J. (n.d.). *El entrenamiento de la fuerza para niños y jóvenes: pautas para su desarrollo*.

Hassan, M., Watari, H., AbuAlmaaty, A., Ohba, Y., & Sakuragi, N. (2014). *Apoptosis and Molecular Targeting Therapy in Cancer*. BioMed Research International, 2014, 1-23.
<https://doi.org/10.1155/2014/150845>

Harrison, T.R, A. S. Fauci, A. S, Hauser, S. L, Longo, D. L, Jameson, J.L, Loscalzo, J. (2016). *Harrison principios de medicina interna*. McGraw Hill / Latinoamérica.

Ibáñez Marín, M. (2022). *Biomecánica del músculo y el tendón: Análisis crítico de modelos teórico-numéricos* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/70188/1/TFG_MARTA_IBANEZ_MARIN.pdf

Instituto Nacional del Cáncer. (2025).

https://www.cancer.gov/espanol/tipos/leucemia/pro/tratamiento-lla-infantil-pdq#_1

Instituto Nacional del Cáncer. (2024).

<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/leucemia/pro/tratamiento-lma-infantil-pdq>

Jmelnitsky, F., Baumgratz, M. G., & Rojo, L. (2023). *Motivos de consulta a Kinesiología en pacientes ambulatorios oncológicos pediátricos*. Argentinian Journal Of Respiratory & Physical Therapy, 5(3). <https://doi.org/10.58172/ajrpt.v5i3.280>

Jané Otazú, C. A. (2021). *Nomenclatura correcta en Kinesiología para el trofismo*. Revista

UNIDA Científica, 4(2). Recuperado a partir de

<https://revistacientifica.unida.edu.py/publicaciones/index.php/cientifica/article/view/38>

Kapoor, G., & Singh, N. (2018). *Función de los marcadores apoptóticos en la leucemia linfoblástica aguda pediátrica*. Indian Journal of Medical Research, 147, 225–227.

Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2014). *Robbins y Cotran: Patología estructural y funcional*. (9.^a ed.). Elsevier.

López, C., & Arismendy, N. M. G. (2016). *Enfoque diagnóstico de las leucemias mieloides agudas pediátricas*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8741555>

Lanzkowsky, P. (2011). *Manual de hematología y oncología pediátrica* (5.^a ed.). Elsevier Academic Press.

Leyto-cruz, F. (2018, 22 febrero). *Leucemia mieloide aguda*. Revista de Hematología.

<https://revistadehematologia.org.mx/article/leucemia-mieloide-aguda/>

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Möricke, A., Zimmermann, M., Reiter, A., Henze, G., Schrauder, A., Gadner, H., Ludwig, W. D., Ritter, J., Harbott, J., Mann, G., Klingebiel, T., Zintl, F., Niemeyer, C., Kremens, B., Niggli, F., Niethammer, D., Welte, K., Stanulla, M., Odenwald, E., Schrappe, M. (2009). Long-term results of five consecutive trials in childhood acute lymphoblastic leukemia performed by the ALL-BFM study group from 1981 to 2000. *Leukemia*, 24(2), 265-284. <https://doi.org/10.1038/leu.2009.257>

Marta, C. L., & De Valladolid Facultad de Ciencias de la Salud de Soria, U. (2023).

Combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza como tratamiento fisioterapéutico durante la fase de tratamiento oncológico del cáncer infantil. Revisión sistemática. Universidad de Valladolid.

<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62769>

Navickas, A., Rivas, M. M., Agriello, E., Belli, C., Cazap, N., Cranco, S., Dick, H., Fernández, I., Ferrari, L., Funes, M. E., Giménez Conca, A., Gómez, M., González, J., Lang, C., Maymo, D., Mela Osorio, M. J., Moirano, M. M., Paganini, M. I., Pereira, M., . . . Wolheim, D. (s. f.).

Leucemias agudas. En *Sociedad Argentina de Hematología • Guías de Diagnóstico y Tratamiento • 2023*. https://www.sah.org.ar/docs/guias/2023/Leucemias_agudas-Guia_2023-Libro.pdf

L. F. Mammi, Daniela Romina Font, Pilar Torterola, Nicolás José Gutman, & Micaela Picollo (2019). Presentación del paciente. *Revista Hospital de Niños de Buenos Aires* (Vol. 61, Número 272, pp. 42-45). <http://revistapediatria.com.ar/wp-content/uploads/2019/05/Edicion-272-07-Ateneo.pdf>

Ortega Sánchez, M., Osnaya Ortega, M., & Barrientos Rosas, J. (2007). *Leucemia*. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39553451/Leucemia-libre.pdf>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (s.f). *agencia de salud pública*. <https://www.paho.org/es/temas/cancer-ninez-adolescencia>

- Pui, C., Robison, L. L., & Look, A. T. (2008). Acute lymphoblastic leukaemia. *The Lancet*, 371(9617), 1030-1043. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)60457-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)60457-2).
- Porth, C. M. (2014). *Fisiopatología: Conceptos de enfermedades*. Lippincott Williams & Wilkins
- Peña, G., Heredia, J., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva-Grigoletto, M. (2016b). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.01.022>
- Rafael, H. M., Braulio, S. E., & Pablo, V. V. (s. f.). Leucemia para el médico general. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422012000200003
- Rozman, C., Cardellach F. (2016). Farreras| Rozman, *Medicina interna*. Elsevier.
- Salzer, W. L., Devidas, M., Carroll, W. L., Winick, N., Pullen, J., Hunger, S. P., & Camitta, B. A. (2009). *Long-term results of the pediatric oncology group studies for childhood acute lymphoblastic leukemia 1984–2001: a report from the children's oncology group*. *Leukemia*, 24(2), 355-370. <https://doi.org/10.1038/leu.2009.261>
- Sala, M. L., Blanco, B., Pérez, M., & Pérez, M. (2007). *Hematología clínica*. En M. L. Sala et al. (Eds.), *Farmacia hospitalaria* (pp. 1031–1037).
- Santiago Montealegre, C., & Espinoza Hernández, S. C. (2013). *Manejo odontopediátrico de paciente con leucemia linfoblástica aguda*. *Archivos de Investigación en Medicina Materno Infantil*, V–V(2), 74-79. <https://www.medigraphic.com/pdfs/imi/imi-2013/imi132d.pdf>
- Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2000). *Neural contributions to changes in muscle strength*. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in sport* (pp. 3-20). Blackwell

Sekeres, M. A., & Gerds, A. T. (2015). *Mitigating Fear and Loathing in Managing Acute Myeloid Leukemia. Seminars In Hematology*, 52(3), 249-255.

<https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2015.03.009>

Sociedad Argentina de Pediatría. (s,f). <https://back.sap.org.ar/novedades/535/15-de-febrero-dia-internacional-del-cancer-infantil.html>

Velasco, R., & Bruna, J. (2010). *Neuropatía inducida por quimioterapia: un problema no resuelto. Neurología*, 25(2), 116-131. [https://doi.org/10.1016/s0213-4853\(10\)70036-0](https://doi.org/10.1016/s0213-4853(10)70036-0)

Vizcaíno, M., Lopera, J. E., Martínez, L., De los Reyes, I., & Linares, A. (2015). *Guía de atención integral para la detección oportuna, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de leucemia linfocítica aguda en niños, niñas y adolescentes. Revista Colombiana de Cancerología*, 20(1), 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.rccan.2015.08.003>

Wolin, K. Y., Ruiz, J. R., Tuchman, H., & Lucia, A. (2010). *Exercise in adult and pediatric hematological cancer survivors: an intervention review. Leukemia*, 24(6), 1113-1120. <https://doi.org/10.1038/leu.2010.54>

Wurz, A., McLaughlin, E., Lategan, C., Viña, C. C., Grimshaw, S. L., Hamari, L., Götte, M., Kesting, S., Rossi, F., Van Der Torre, P., Guilcher, G. M. T., McIntyre, K., & Culos-Reed, S. N. (2021). *The international Pediatric Oncology Exercise Guidelines (iPOEG). Translational Behavioral Medicine*, 11(10), 1915-1922. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibab028>

Wehrle, A., Kneis, S., Dickhuth, H., Gollhofer, A., & Bertz, H. (2018). *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>

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia

Zapata- Tarres. M. (2022). *Manual de Oncología Pediátrica*. Independiente con respaldo instituciones médicas y educativas.

Zhou, Y., Zhu, J., Gu, Z., & Yin, X. (2016). *Efficacy of Exercise Interventions in Patients with Acute Leukemia: A Meta-Analysis*. *PLoS ONE*, 11(7), e0159966.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159966>

Zucchetti, G., Rossi, F., Vina, C. C., Bertorello, N., & Fagioli, F. (2018). *Exercise program for children and adolescents with leukemia and lymphoma during treatment: A comprehensive review*. *Pediatric Blood & Cancer*, 65(5). <https://doi.org/10.1002/pbc.26924>

17 Anexos

17.1 Anexo 1

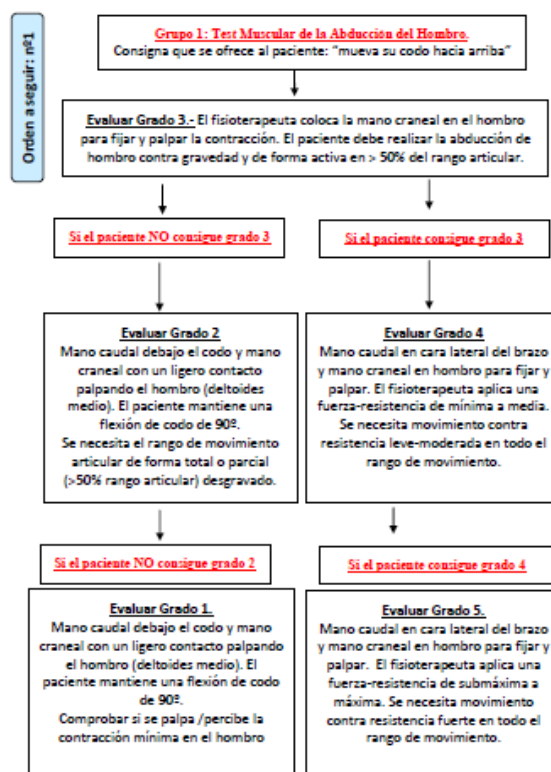
Cuadro de complicaciones y precauciones del ejercicio.

Complicaciones	Precauciones
Análisis de sangre: Hb < 8 g/dl Número neutrófilos < $0,5 \times 10^9 \cdot l^{-1}$ Número plaquetas < $50 \times 10^9 \cdot l^{-1}$	Evitar actividades que requieran alto VO_2 (ejemplo, alta intensidad) Evitar actividades que aumenten el riesgo de infección (ejemplo, natación) Evitar actividades que puedan implicar riesgo de sangrado (ejemplo, alto impacto)
Fiebre > 38 °C	Puede indicar infección. Evitar alta intensidad
Caquexia (pérdida de > 35% del peso corporal)	Esta pérdida limita el ejercicio de moderada intensidad
Disnea	Investigar la etiología. Modifica la tolerancia al ejercicio
Dolor óseo	Evitar actividades que incrementen el riesgo de fracturas
Náuseas severas	Modifica la tolerancia al ejercicio
Fatiga extrema	Limita la tolerancia al ejercicio
Ataxia, neuropatía periférica	Evitar actividades que requieran coordinación (ejemplo, andar sobre tapiz)
Modificada de Coumaya KS, Mackey JR, Quinney HA. Neoplasms capítulo 15, 179-191. ACSMs, 2003.	

Nota: Fisiología del Ejercicio, (p. 946), por Chicharro. J, et al, 2006, Editorial medica panamericana.

17.2 Anexo 2

Algoritmo de la evaluación MRC.



Nota: Documento resumen para la evaluación de la fuerza muscular mediante la escala MRC, Estudio MOvipre, sf.

17.3 Anexo 3

Ficha kinésica.



SERVICIO DE KINESIOLOGÍA MOTORA

PACIENTE:

DX:

EDAD:

FECHA:

ESCALA DE FUERZA

MEDICIÓN MRC INGRESO FECHA:						
ABD HOMBRO	FLEX CODO	EXT MUÑECA	FLEX CADERA	EXT RODILLA	FLEX DORSAL TOBILLO	PUNTAJE TOTAL
I D	I D	I D	I D	I D	I D	

MEDICIÓN MRC FINAL FECHA:						
ABD HOMBRO	FLEX CODO	EXT MUÑECA	FLEX CADERA	EXT RODILLA	FLEX DORSAL TOBILLO	PUNTAJE TOTAL
I D	I D	I D	I D	I D	I D	

Nota: Clínica San Lucas.

17.4 Anexo 4

Ejercicios realizados por los sujetos en la Clínica San Lucas.

- Sentadillas, donde el objetivo era sentarse en una silla y luego pararse.
- Pararse con el antepié y talón, donde el objetivo era que el paciente empuje lo más que pudiera el piso con el antepié y luego con el retropié.
- Llevar el talón a la cola, donde el objetivo era que el paciente sin extender la cadera intente tocar la cola con el talón.
- Flexión del antebrazo sobre el brazo, donde el objetivo era que el paciente sin flexionar el hombro, intente que el antebrazo llegue a tocar el brazo.
- Desde la flexión de codo, extender el antebrazo, donde el objetivo era que el paciente separe lo más que pueda el antebrazo del brazo.
- Elevar los brazos por encima de la cabeza, donde el objetivo era que el paciente intente tocar el techo y eleve los brazos lo más que pudiera.
- Con los brazos estirados por delante a la altura del pecho, que el paciente con una pequeña flexión, abra los brazos y los cierre, donde el objetivo era que estire y abra los brazos para abrazar a alguien.
- Con la cabeza y el pecho apoyados en la pared, el paciente tenía que intentar con los hombros tocar la pared, llevar los brazos hacia atrás y volverlo a intentar. El objetivo era llegar a tocar la pared.
- Sentado en una silla que estuviera frente al sillón (sillón largo, el cual todos tienen en sus habitaciones) caminar con las manos el sillón, donde el objetivo era intentar caminar el sillón con las manos lo más lejos que pudiera, casi llegando a tocar la pared.

17.5 Anexo 5



Buenos Aires, 18 de diciembre de 2024

Institución: San Lucas Clínica Pediátrica
Dirección de la institución: Gobernador Francisco Denis 454.
Cargo: director médico.
Nombre y apellido: Dr. Andrés F. Gallardo Martínez.

Me dirijo a usted a fin de solicitar autorización para realizar mi trabajo de investigación en la institución a su cargo en el marco de la elaboración del Trabajo Final Integrador de la carrera - Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría que curso en la Universidad de Flores (legajo 27.348).

El tema de la investigación es *"Análisis de la fuerza muscular en sujetos preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de leucemia que realizaron ejercicio de fuerza muscular. Seguimiento de una cohorte retrospectiva"*. El objetivo de la investigación es analizar los valores obtenidos de fuerza muscular pre y post aplicación de protocolo de ejercicios, durante el periodo de inducción a la remisión, que recibieron sujetos Preadolescentes y Adolescentes de la Clínica San Lucas en el periodo 2020-2022, para conocer la existencia o no de cambios en la fuerza muscular.

Sin otro particular y a la espera de una pronta respuesta, la/o saludo atentamente.

Nombre y apellido: Pilquiman Valentina Sofia.
Núm de DNI: 43.359.111
Núm de Legajo: 27.348


Dr. Andrés F. Gallardo Martínez
Director Médico
Contrato Fidelcomiso Candelaria
M. P. Nqn. 2043

Análisis de la fuerza muscular en sujetos con diagnóstico de leucemia



Buenos Aires, 18 de diciembre de 2024

Institución: San Lucas Clínica Pediátrica

Dirección de la institución: Gobernador Francisco Denis 454.

Cargo: jefa del servicio de kinesiología.

Nombre y apellido: Lic. Badella María Ivonne.

Me dirijo a usted a fin de solicitar autorización para realizar mi trabajo de investigación en la institución a su cargo en el marco de la elaboración del Trabajo Final Integrador de la carrera - Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría que curso en la Universidad de Flores (legajo 27.348).

El tema de la investigación es "Análisis de la fuerza muscular en sujetos preadolescentes y adolescentes con diagnóstico de leucemia que realizaron ejercicio de fuerza muscular. Seguimiento de una cohorte retrospectiva". El objetivo de la investigación es analizar los valores obtenidos de fuerza muscular pre y post aplicación de protocolo de ejercicios, durante el periodo de inducción a la remisión, que recibieron sujetos Preadolescentes y Adolescentes de la Clínica San Lucas en el periodo 2020-2022, para conocer la existencia o no de cambios en la fuerza muscular.

Sin otro particular y a la espera de una pronta respuesta, la/o saludo atentamente.

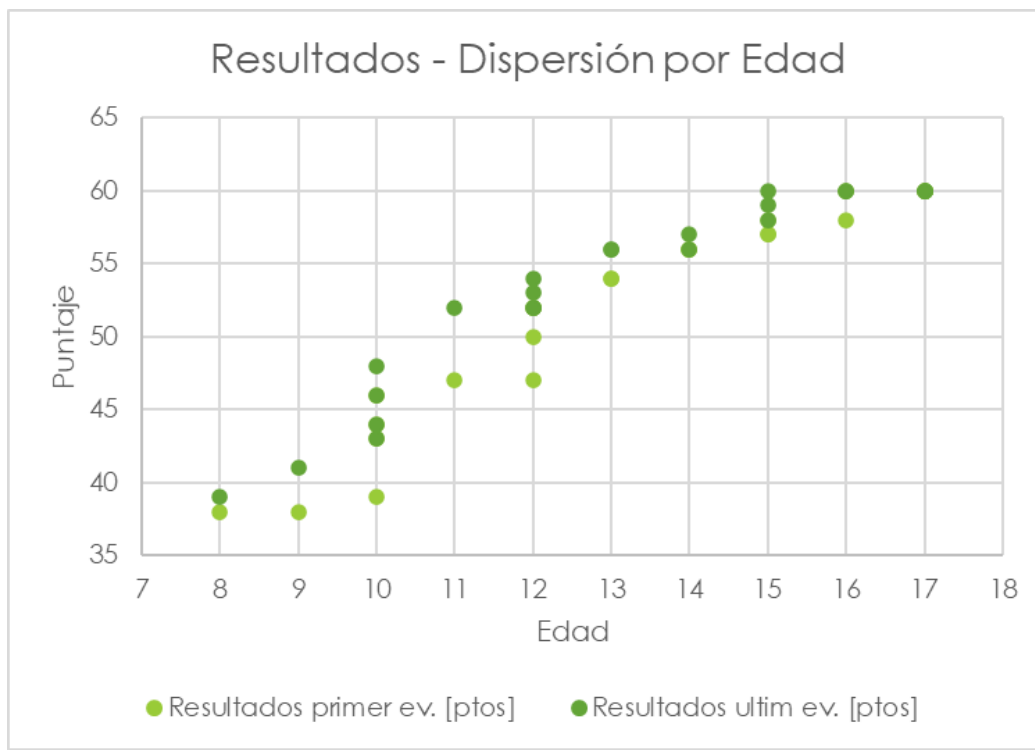
Nombre y apellido: Pilquiman Valentina Sofia.

Núm de DNI: 43.359.111

Núm de Legajo: 27.348

Badella María Ivonne
Lic. en Kinesiología
M. P. n° 50

17.6 Anexo 6



17.7 Anexo 7

