

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO DEL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO EN LA MEJORA DEL RENDIMIENTO EN LOS SALTOS ESPECÍFICOS DE GIMNASIA RÍTMICA

5to Curso Doble Grado Fisioterapia y
Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Alumno/a: Amaya Gómez Díaz

Director/a: Lia Moreno Simonet

10/05/2024 Mataró

Agradecimientos

Quisiera agradecer a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de este trabajo final de grado. En primer lugar, agradezco a mi tutora académica por haberme guiado y acompañado a lo largo del desarrollo de este proceso. Su disposición para atender mis preguntas y su dedicación, sin dudas han hecho que este trabajo fuese más satisfactorio.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis amigos por su constante estímulo y comprensión durante este trayecto académico. Por los buenos y malos ratos, por las horas juntos, por todo lo que hemos construido.

Por último, quiero agradecer especialmente a mi familia, que me ha acompañado durante estos años, siempre dispuesta a colaborar para que el sueño de llegar hasta aquí, se hiciera realidad. Este logro no habría sido posible sin su apoyo incondicional.

A todos y todas, muchas gracias.

ÍNDICE

Resumen.....	iii
Resum.....	iv
Abstract.....	v
1. Introducción.....	1
1.1. La gimnasia rítmica: definición y evolución histórica	1
1.2. Cualidades físicas.....	1
2. Justificación del estudio.....	3
3. Hipótesis y objetivos.....	4
3.1. Hipótesis.....	4
3.2. Objetivos.....	4
4. Metodología.....	4
4.1. Diseño del estudio.....	4
4.2. Población y muestra.....	5
4.2.1. Criterios de inclusión y exclusión.....	6
4.2.2. Asignación de las gimnastas a los grupos (aleatorización de la muestra).....	9
4.2.3. Validez interna.....	13
4.2.4. Validez externa.....	14
4.3. Variables de resultado.....	15
4.4. Recogida de datos.....	24
4.5. Propuesta de intervención.....	25
4.6. Análisis estadístico.....	28
4.6.1. Normalización de los datos.....	29
4.6.2. Elección de la prueba de contraste para el análisis de normalidad.....	29
4.6.3. Comparación de los resultados entre el grupo de estudio y el grupo control.....	30
4.7. Consideraciones éticas.....	31
5. Cronograma.....	32
6. Presupuesto.....	33
7. Limitaciones y prospectiva.....	34
8. Referencias bibliográficas.....	36
9. Anexos.....	40

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del diseño de estudio.....	5
Figura 2. Resultados proporcionados por la herramienta <i>G-Power</i> tras el cálculo del tamaño de la muestra.....	8
Figura 3. Base de datos registrada en Excel con las gimnastas participantes en el estudio.....	9
Figura 4. Función de Excel para ordenar los apellidos por orden alfabético.....	10
Figura 5. Función “aleatorio” de Excel para asignar un número cualquiera entre 0 y 1 a cada participante.....	10
Figura 6. Reordenamiento de las filas en función del valor aleatorio de menor a mayor.....	11
Figura 7. División de la totalidad de la muestra en dos subgrupos.....	11
Figura 8. Distribución aleatoria de la muestra ($n = 506$; $n_1 = 253$; $n_2 = 253$).....	12
Figura 9. Kit de plataforma de contacto.....	19
Figura 10. Software de trabajo ChronoJump	17
Figura 11. Representación esquemática del <i>assamblé</i> corza según el Código de Puntuación.....	18
Figura 12. Representación esquemática de la zancada según el Código de Puntuación.....	19
Figura 13. Marcadores específicos para la valoración con Kinovea.....	21
Figura 14. <i>Assamblé</i> – Corza (imagen corza). Análisis de la corza con el programa Kinovea.....	22
Figura 15. Análisis de la zancada con el programa Kinovea.....	22
Figura 16. Material necesario para la intervención.....	25
Figura 17. Esquema de la organización de la propuesta de intervención.....	26
Figura 18. Diagrama de Gantt con la planificación del estudio.....	32

Índice de tablas

Tabla 1. Registro en Excel del CMJ.....	23
Tabla 2. Registro en Excel del SJ.....	23
Tabla 3. Registro en Excel del DJ.....	23
Tabla 4. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Zancada).....	23
Tabla 5. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Corza).....	24
Tabla 6. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Corza en serie).....	24
Tabla 7. Clubes participantes en el estudio (n = 506).....	24
Tabla 8. Datos antropométricos de la muestra (n = 506).....	25
Tabla 9. Propuesta de ejercicios para la intervención: Bloque 1.....	27
Tabla 10. Propuesta de ejercicios para la intervención: Bloque 2.....	27
Tabla 11. Desglose del presupuesto por partidas.....	33

Resumen

La gimnasia rítmica es una disciplina olímpica que exige destreza, flexibilidad y musicalidad para desarrollar rutinas en la que es necesario fuerza física, agilidad, coordinación, equilibrio y expresividad, así como un óptimo desarrollo del sistema neuromuscular. Para llevar a cabo las habilidades de salto, equilibrios y giros se requiere que los miembros inferiores de las gimnastas ejerzan fuerza de manera explosiva, siendo predominante la capacidad de salto vertical, ya que desempeña un papel crucial en esta disciplina deportiva. La literatura científica evidencia que se pueden alcanzar mejoras en la capacidad de salto antes y después del *Peak High Velocity*, siendo más notables cuando éste ha sido alcanzado, debido al considerable desarrollo de la potencia muscular. Esto resalta la necesidad de implementar entrenamientos de fuerza explosiva durante la infancia y la adolescencia, por su relevancia en el progreso del rendimiento de las gimnastas. A partir de estas premisas, el objetivo principal de este trabajo es implementar un programa de ejercicios pliométricos enfocados a la mejora del rendimiento de los saltos específicos de gimnasia rítmica en gimnastas de nivel Base y Absoluto, entre 13 y 17 años. Los ejercicios se realizarán durante 8 semanas y la evolución se medirá a la mitad y al finalizar la intervención, utilizando pruebas normalizadas para evaluar la altura del salto, siendo comparados los resultados con los alcanzados en las mismas pruebas previas al entrenamiento. Para determinar el impacto de estos resultados, se llevará a cabo un ensayo clínico aleatorizado, utilizando un grupo experimental y un grupo control con el mismo número de participantes, una significancia estadística $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística del 80%. Posteriormente, se analizarán los datos utilizando las pruebas de contrastes de hipótesis pertinentes, para, a través del uso de la estadística inferencial, corroborar si la intervención propuesta ha sido efectiva, si hay diferencias relevantes entre los dos grupos y si el tamaño de la muestra es representativo de la población en general, lo que permitiría formular recomendaciones para que los clubes de gimnasia rítmica introdujeran, de manera habitual y sistemática, este tipo de entrenamientos.

Palabras clave: Salto vertical, mejora del rendimiento, *Peak High Velocity*.

Resum

La gimnàstica rítmica és una disciplina olímpica que exigeix destresa, flexibilitat i musicalitat per a desenvolupar rutines en la qual és necessari força física, agilitat, coordinació, equilibri i expressivitat, així com un òptim desenvolupament del sistema neuromuscular. Per a dur a terme les habilitats de salt, equilibris i girs es requereix que els membres inferiors de les gimnastes exerceixin força de manera explosiva, sent predominant la capacitat de salt vertical, ja que exerceix un paper crucial en aquesta disciplina esportiva. La literatura científica evidència que es poden aconseguir millores en la capacitat de salt abans i després del *Peak High Velocity*, sent més notables quan aquest ha estat aconseguit, a causa del considerable desenvolupament de la potència muscular. Això ressalta la necessitat d'implementar entrenaments de força explosiva durant la infància i l'adolescència, per la seva rellevància en el progrés del rendiment de les gimnastes. A partir d'aquestes premisses, l'objectiu principal d'aquest treball és implementar un programa d'exercicis pliométrics enfocats a la millora del rendiment dels salts específics de gimnàstica rítmica en gimnastes de nivell Base i Absolut, entre 13 i 17 anys. Els exercicis es realitzaran durant vuit setmanes i l'evolució es mesurarà a la meitat i en finalitzar la intervenció, utilitzant proves normalitzades per a avaluar l'altura del salt, sent comparats els resultats amb els obtinguts en les mateixes proves prèvies a l'entrenament. Per a determinar l'impacte d'aquests resultats, es durà a terme un assaig clínic aleatoritzat, emprant un grup experimental i un grup control amb el mateix nombre de participants, una significança estadística $\alpha = 0,05$ i una potència estadística del 80%. Posteriorment, s'analitzaran les dades utilitzant les proves de contrastos d'hipòtesis pertinents, per a, a través de l'ús de l'estadística inferencial, corroborar si la intervenció proposada ha estat efectiva, si hi ha diferències rellevants entre els dos grups i si la grandària de la mostra és representatiu de la població en general, la qual cosa permetria formular recomanacions perquè els clubs de gimnàstica rítmica introduïssin, de manera habitual i sistemàtica, aquest tipus d'entrenaments.

Paraules clau: Salt vertical, millora del rendiment, *Peak High Velocity*.

Abstract

Rhythmic gymnastics is an Olympic discipline that requires dexterity, flexibility, and musicality to develop routines in which physical strength, agility, coordination, balance, and expressiveness are necessary, as well as an optimal development of the neuromuscular system. In order to perform jumping, balancing, and spinning skills, the gymnasts' lower limbs are required to exert explosive strength, which is predominant in the vertical jumping ability since it plays a crucial role in this sports discipline. The scientific literature evidences that improvements in jumping ability can be achieved before and after Peak High Velocity, which is more noticeable when reached due to the considerable development of muscle power. This highlights the need to implement explosive strength training during childhood and adolescence due to its relevance in the progress of gymnasts' performance. From these premises, the main objective of this work is to implement a program of plyometric exercises focused on improving the performance of the specific jumps of rhythmic gymnastics in gymnasts of Base and Absolute levels between 13 and 17 years old. The exercises will be performed for eight weeks, and the evolution will be measured at the intervention's middle and end. Standardized tests will be used to evaluate the height of the jump and compare the results with those achieved in the same tests before training. To determine the impact of these results, a randomized clinical trial will be carried out, using an experimental group and a control group with the same number of participants, a statistical significance $\alpha = 0.05$, and a statistical power of 80%. Subsequently, the data will be analyzed using the relevant tests of hypothesis contrasts to corroborate, through the use of inferential statistics, whether the proposed intervention has been effective, whether there are relevant differences between the two groups, and whether the sample size is representative of the general population, which would allow recommendations to be made for rhythmic gymnastics clubs to introduce, regularly and systematically, this type of training.

Keywords: Vertical jump, performance enhancement, Peak High Velocity.

1. Introducción

1.1. La gimnasia rítmica: definición y evolución histórica

La gimnasia rítmica, disciplina olímpica que combina elementos de *ballet*, danza contemporánea y gimnasia, exige destreza, flexibilidad y musicalidad para desarrollar rutinas donde la creatividad estética, el ritmo y la técnica comparten protagonismo. Al mismo tiempo, se caracteriza por el uso de diversos aparatos como la cuerda, el aro, la pelota, las mazas y la cinta, pudiéndose distinguir dos modalidades de competición: la individual y la de conjuntos (1). En este deporte el componente estético es esencial, ya que una/un gimnasta de competición debe ejecutar con elegancia y precisión saltos, giros, equilibrios, lanzamientos, recogidas de los aparatos y rotaciones durante todo el ejercicio (2, 3).

La gimnasia rítmica ingresó al escenario olímpico en 1984 durante las Olimpiadas de Los Ángeles, siendo reconocida inicialmente como deporte olímpico en la modalidad individual. No fue hasta doce años después que la competición por conjuntos fue incorporada, en las Olimpiadas de Atlanta en 1996, donde el conjunto español se proclamó por primera vez campeón olímpico (1).

A diferencia de otros deportes, el código de puntuación y normativa cambia constantemente, actualizándose en cada ciclo olímpico. Anteriormente, a cada aparato le correspondían unas dificultades corporales específicas que predominaban en el ejercicio. Por otro lado, la exigencia para la valoración de las dificultades corporales era mayor, mientras que actualmente puede llegar a ser más flexible. En el código de puntuación vigente, la dificultad radica en mayor medida sobre el aparato, lo que implica un desafío cognitivo mayor. Aun así, la dificultad corporal de salto siempre ha estado presente, y sigue siendo una parte fundamental del deporte (4).

1.2. Cualidades físicas

Las/los gimnastas de esta disciplina deportiva deben poseer fuerza física, flexibilidad, agilidad, coordinación, equilibrio y expresividad, así como un óptimo desarrollo del sistema neuromuscular. Estas/estos atletas comienzan a practicar el deporte desde muy temprana edad, sometiéndose a un gran volumen de entrenamiento (5), lo que convierte al periodo prepuberal en un momento clave para el desarrollo de estas/estos deportistas, con el objetivo de alcanzar la mayor cantidad de conexiones neuronales que permitan a su vez, una mayor destreza y variedad de movimientos para favorecer la maximización del rendimiento en este deporte (6).

La gimnasia rítmica se caracteriza por la presencia de dos expresiones particulares de la fuerza: la fuerza-resistencia y la fuerza explosiva (7). Para llevar a cabo las habilidades de salto, equilibrios y giros con lanzamientos de las piernas, se requiere que los miembros inferiores de las/los gimnastas ejerzan fuerza de manera explosiva (8).

Las rutinas de competición de gimnasia rítmica han destacado por el predominio de dificultades corporales en el grupo de saltos, específicamente en cuanto a la demanda de la capacidad de salto vertical (9), indicando que las capacidades de salto desempeñan un papel crucial en esta disciplina, sobre todo en la ejecución de movimientos complejos con elementos coreográficos (10, 11). De acuerdo con el Código de Puntuación de la Federación Internacional de Gimnasia (12), el éxito en las dificultades de salto se caracteriza por una forma definida y fija durante el vuelo, junto con una elevación suficiente para exhibir la figura corporal correspondiente. Si los saltos no tienen una forma bien definida ni suficiente altura para mostrar una sola forma fijada, tienen una escasa amplitud, recepción pesada o incorrecta, o desviación de su forma, tendrá una penalización de faltas técnicas dentro de la nota de ejecución.

En el desarrollo motor de las niñas y niños se observa una progresión hasta los 13-14 años, con una mejora posterior más lenta. La fuerza presenta un aumento lineal aproximadamente hasta los 15 años (aunque en función de las diferencias individuales puede continuar desarrollándose uno o dos años más), resaltándose la necesidad de implementar el entrenamiento de fuerza explosiva durante la infancia y la adolescencia. No obstante, siempre subrayando la importancia de evaluar la maduración biológica al entrenar a atletas jóvenes para maximizar su desarrollo físico (7).

1.3. El entrenamiento pliométrico

En la búsqueda de la optimización del progreso de las gimnastas, se considera que el entrenamiento pliométrico puede ser beneficioso. Este entrenamiento tiene como objetivo aumentar la fuerza explosiva específica del salto (13). Al emplear movimientos de ciclo estiramiento-acortamiento, la pliometría mejora la capacidad de los sistemas neural y músculo-tendinoso para generar máxima fuerza en el menor tiempo posible (14, 15).

La fuerza explosiva en las extremidades inferiores es esencial para la ejecución controlada de habilidades de salto en gimnasia rítmica (16). En este sentido, la fuerza explosiva, el tiempo de reacción en el suelo, la flexibilidad y las características antropométricas constituyen el 41% del éxito en la gimnasia rítmica (13, 17). Las rutinas de pliometría para las extremidades inferiores incluyen diversas modalidades de saltos con el peso corporal, como saltos en caída, saltos con contra movimiento, saltos con piernas alternas, entre otros (18).

Comparando el entrenamiento de fuerza tradicional con el de potencia, se sugiere que el último es más efectivo para mejorar la altura de salto (8). No obstante, se destaca la importancia de incorporar el entrenamiento de fuerza previo al de potencia para establecer una base sólida. El equilibrio y el control postural son aspectos cruciales, y la inclusión de entrenamiento de equilibrio antes del entrenamiento pliométrico ha demostrado producir resultados más favorables en jóvenes gimnastas (17).

Las carencias relacionadas con la madurez en la fuerza excéntrica y el equilibrio pueden influir en la falta de especificidad del entrenamiento con aterrizajes unilaterales (8), siendo estos predominantes respecto a los aterrizajes bilaterales en este deporte.

2. Justificación del estudio

La elección de investigar y profundizar en el ámbito de la gimnasia rítmica se fundamenta en la necesidad de comprender y optimizar los componentes físicos y técnicos esenciales para el rendimiento de las/los gimnastas en esta disciplina olímpica. La gimnasia rítmica, presenta una exigencia física y artística, donde la fuerza se interconecta con todos estos elementos definiendo el éxito en la ejecución de rutinas coreografiadas (2).

El impacto de la maduración biológica en el desarrollo motor de las/los gimnastas, junto con la necesidad de evaluar la eficacia de programas de entrenamiento específicos en diferentes etapas de crecimiento, subraya la relevancia de la investigación en este campo (5). La especificidad de las demandas físicas en la gimnasia rítmica, particularmente en lo que respecta a la fuerza-resistencia y la fuerza explosiva en los miembros inferiores, implica una comprensión profunda de los factores que contribuyen al rendimiento óptimo de una/un deportista (5, 8, 17).

Como ya se ha anticipado, la consulta de la literatura científica previa al inicio de este trabajo, ha resaltado la importancia de la fuerza explosiva en la ejecución de saltos, giros y equilibrios, elementos fundamentales en las rutinas competitivas de gimnasia rítmica (8, 15). Sin embargo, la incorporación de propuestas como el entrenamiento pliométrico aún ofrece oportunidades de exploración y mejora (5), teniendo en cuenta que, aunque el código esté en constante cambio, el salto ha formado siempre parte fundamental de los aspectos técnicos del deporte. Por tanto, este trabajo se justifica por la necesidad de contribuir al cuerpo de conocimientos existente en el ámbito de la gimnasia rítmica, proporcionando herramientas prácticas y científicamente fundamentadas que puedan marcar una diferencia significativa en la preparación y formación de gimnastas, contribuyendo a la construcción de una base sólida para el estudio continuo y el perfeccionamiento de la gimnasia rítmica. Se espera que inspire a futuros investigadores a explorar aún más las complejidades de este deporte. Se busca ofrecer una perspectiva integral que beneficie tanto a entrenadores/as como a gimnastas, contribuyendo así al avance continuo de la gimnasia rítmica como disciplina olímpica.

3. Hipótesis y objetivos

3.1. Hipótesis

A partir de toda la información presentada hasta el momento, en este estudio se plantea la siguiente hipótesis:

La implementación de un programa de entrenamiento pliométrico específicamente diseñado para la optimización de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores mejorará el rendimiento de los saltos en gimnasia rítmica.

3.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es implementar un programa de ejercicios pliométricos enfocados a aumentar la altura de los saltos específicos de gimnasia rítmica en gimnastas femeninas de nivel Base y Absoluto, entre 13 y 17 años de edad.

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Aumentar la altura del salto vertical bilateral después de la realización del entrenamiento pliométrico.
2. Aumentar la altura del salto vertical unilateral después de la realización del entrenamiento pliométrico.
3. Mejorar la ejecución y altura de los saltos específicos evaluados (*assamblé* corza, zancada, corzas en serie) después de la realización del entrenamiento pliométrico.

4. Metodología

4.1. Diseño del estudio

Para obtener los resultados esperados se propone la realización de un estudio experimental (ensayo clínico) en el que se puedan medir las variables definidas, al comienzo, durante y al final de la intervención. La efectividad se medirá disponiendo de un grupo experimental y de un grupo control, siendo posible realizar análisis comparativos de los resultados obtenidos en ambos casos.

Al mismo tiempo, se plantea como un estudio sin enmascaramiento; es decir, se trata de un diseño abierto en el que los participantes conocerán en todo momento a qué grupo pertenecen.

El estudio que se propone queda resumido en el siguiente esquema, a continuación del cual, se desarrollan cada uno de los apartados (figura 1).

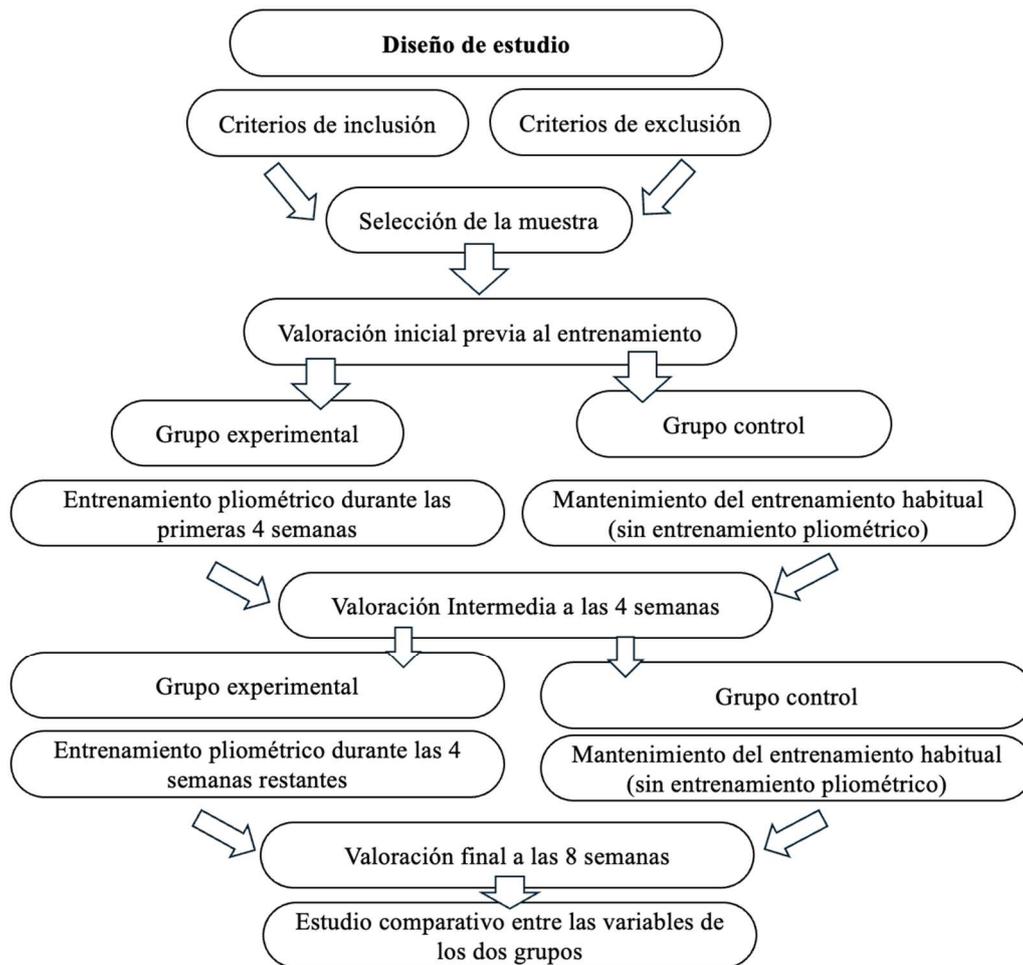


Figura 1. Esquema del diseño del estudio.

4.2. Población y muestra

En cuanto a la población de este estudio, al ser un deporte que se inicia a edades muy tempranas y se compone de una gran exigencia física desde sus inicios (5), cabe incluir que la pliometría es una parte del entrenamiento que se debería trabajar antes del *Peak High Velocity* (PHV) para que una vez llegado este punto, los/las deportistas ya hayan adquirido en gran medida esta capacidad. La bibliografía científica indica que los niños y niñas pueden alcanzar mejoras en esta capacidad antes y después del PHV (19). Aun así, la literatura plantea que hay mejorías más notables en cuanto a la capacidad de salto una vez superado el PHV, debido a que las rápidas mejoras en la potencia muscular durante la adolescencia se atribuyen a influencias madurativas (20, 21). Varios estudios han establecido cuales son las fases sensibles del desarrollo motor, definiendo unos rangos de edad en los cuales es óptimo el trabajo de las cualidades físicas. Concretamente, para el entrenamiento de fuerza explosiva, la fase sensible para esta cualidad es de los 14 a los 16 años (22). Por este motivo, en este estudio se incluirán gimnastas entre 13 y 17 años, teniendo en cuenta las diferencias madurativas que pueden presentarse a estas edades. De esta forma se asegura que el rango definido por la literatura científica queda incluido en la totalidad de la muestra.

Para seleccionar la muestra, se preparará un documento específico destinado a invitar a los clubes federados de gimnasia rítmica a participar en el estudio (Anexo I). El propósito de este documento es ofrecer a los responsables de los clubes una comprensión clara de la intervención propuesta, así como de los aspectos logísticos y prácticos relacionados con su participación en el estudio, como de qué manera se llevará a cabo la intervención, quién la llevará a cabo, es decir, los/las propios/as entrenadores/as de los clubes, y cómo se les informará sobre el procedimiento a seguir, así como una explicación detallada sobre la intervención planificada, incluyendo información sobre la estructura, duración, frecuencia de las sesiones y los beneficios para las participantes.

Por último, se incluirá una sección sobre confidencialidad y ética, donde se describirán las medidas que se tomarán para garantizar la confidencialidad de los datos recopilados y el cumplimiento de los principios éticos durante todo el proceso de investigación. Se destacará la importancia de proteger la privacidad de las participantes y se alentará a los clubes a plantear cualquier inquietud relacionada con este tema.

4.2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Las gimnastas deberán cumplir los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Las gimnastas deben ser de sexo femenino.
- Deben pertenecer a los niveles de competición Base o Absoluto.
- Entrenar de 15 a 18 horas a la semana.
- Edad comprendida entre los 13 y 17 años.
- Las gimnastas deben entrenar en algún club federado de la comunidad catalana.
- Firmar el consentimiento informado

Criterios de exclusión:

- Las gimnastas que presenten alguna patología osteomuscular.
- Las gimnastas que hayan padecido alguna lesión en las extremidades inferiores, que haya supuesto una recuperación de más de seis meses en el último año.
- Las gimnastas que de forma habitual realicen entrenamiento pliométrico planificado.

En cuanto al lugar de selección de la muestra, se llevará a cabo en los mismos clubes, donde una persona responsable de la investigación acudirá en acuerdo previo con los/as entrenadores/as a las instalaciones del club a recoger los datos de aquellas gimnastas que cumplan los criterios de inclusión en el estudio.

La persona responsable de la selección de la muestra será la investigadora principal del estudio, quien se asegurará de seguir los protocolos éticos y legales pertinentes durante todo el proceso de selección.

Además, se encargará de obtener el consentimiento informado de las participantes, y de garantizar la confidencialidad de los datos recopilados.

Para la definición de la muestra poblacional de este estudio se llevará a cabo la técnica de muestreo simple por bloques, ya que deberán formarse dos grupos con el mismo número de participantes. Se ha decidido hacer el estudio dentro la Comunidad de Cataluña, debido a la gran cantidad de clubes federados existentes, por tanto, el tamaño muestral debería estar dentro estos límites.

Para el cálculo del número de participantes necesarias se ha utilizado la herramienta *G-Power*. Se elige una distribución *t* de Student al tratarse de una distribución de probabilidad que permite estimar la media de la población necesitada cuando es desconocida la desviación estándar y se necesita un tamaño de muestra pequeño. En este caso, dos grupos muestrales independientes.

Como parámetros de entrada para la realización del cálculo se han definido los siguientes estadísticos (figura 2) (23):

- Distribución normal con dos colas. Esto permitirá conocer la *t* crítica, tanto inferior como superior (simétrica), quedando definido el conjunto de valores que se desvían de la media y apoyan el rechazo de la hipótesis que defendería la idea de que el entrenamiento pliométrico no tiene efectos en la muestra.
- El tamaño del efecto (*d*) se ha fijado en 0,25. Se trata de un estadístico descriptivo que permite estimar, sin hacer ninguna afirmación acerca de si la relación aparente en los datos refleja una verdadera relación en la población, que se espera una mejora del 25% en las gimnastas del grupo de estudio tras la realización del entrenamiento pliométrico definido, respecto a las del grupo control.
- El error α se estima en 0,05. Este valor hace referencia a la significancia estadística. Es decir, es posible afirmar con un 95% de probabilidad, que el grupo de estudio notará una mejora relevante tras el entrenamiento pliométrico. La firmeza de este estimador se corrobora si el valor *p* del análisis estadístico está por debajo de este umbral ($p < 0,05$). Por tanto, solo existe un 5% de probabilidad de cometer el error de afirmar que hay diferencias entre ambos grupos tras la intervención, cuando en realidad no la hay (falso positivo).
- El error $1-\beta$ se establece en 0,8. Este valor representa la potencia estadística del estudio, es decir, se establece en un 80% la probabilidad de detectar el efecto del entrenamiento pliométrico, cuando dicho efecto sea real. Por tanto, se reduce al 20% la probabilidad de cometer el error de afirmar que no existen diferencias entre ambos grupos tras la intervención, cuando en realidad si las hay (falso negativo).
- La ratio de asignación a cada grupo muestral es de 1. Es decir, irá una gimnasta a cada grupo aleatoriamente hasta completar la totalidad de dicho grupo (la mitad de la muestra).

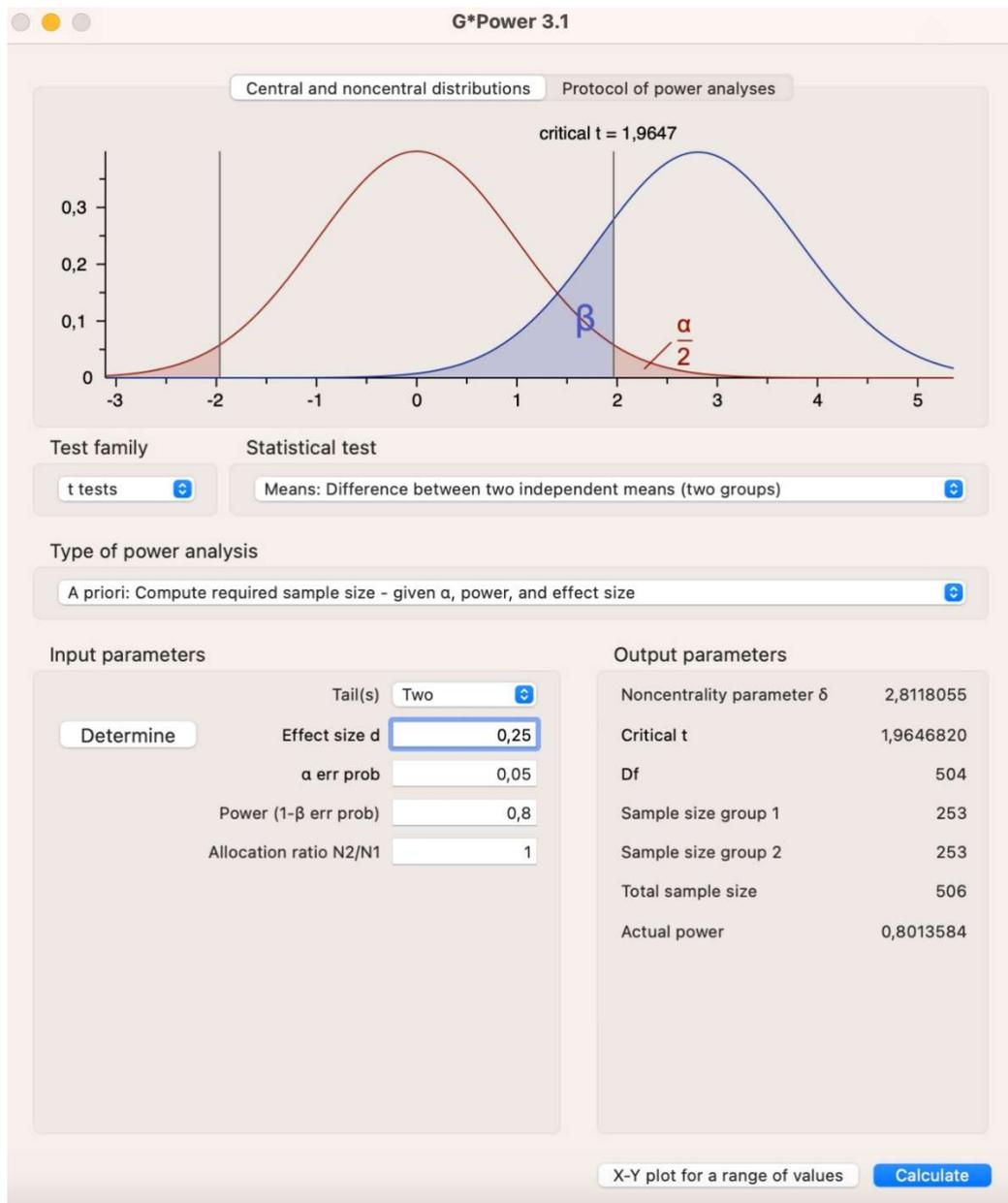


Figura 2. Resultados proporcionados por la herramienta *G-Power* tras el cálculo del tamaño de la muestra.

Una vez introducidos los datos descritos, se han obtenido los siguientes parámetros de respuesta, que también aparecen en la figura 2:

- Tamaño de la muestra: 506 participantes. Es decir, 253 gimnastas en el grupo experimental y otras 253 en el grupo control.
- Parámetro de no centralidad (δ): 2,81. Este valor describe el grado de diferencia entre las dos hipótesis propuestas en este trabajo: que el entrenamiento pliométrico impacta positivamente en la mejora del salto en gimnastas, o que no tiene impacto alguno. Por tanto, si este efecto es positivo y relevante estadísticamente, la distribución muestral es no central, es decir, que no discurre alrededor de 0, sino, en este caso, alrededor de 2,81. Esto es un indicador de que el tamaño del efecto es grande (24), al serlo cuando $\delta \geq 1,25$ como en este caso.

- Valor de la t crítica: 1,96. Este valor indica que los resultados de una prueba de dos colas son significativos si el valor absoluto del estadístico de prueba es $\leq 1,96$, que es el valor crítico en este caso. Las dos áreas sombreadas suman 5% (α) del área por debajo de la curva. Este es el conjunto de valores que reforzarían la idea de que se rechaza la probabilidad de que el entrenamiento pliométrico no tenga ningún efecto.

4.2.2. Asignación de los individuos a los grupos de estudio

Una vez seleccionadas todas las participantes que cumplen con los criterios de inclusión de este estudio, se formarán los dos grupos previstos con el mismo número de participantes: el que recibirá la intervención (grupo de estudio) y el que continuará con su entrenamiento habitual (grupo control). Se trata de una aleatorización por bloques, es decir, cada subgrupo contará con la mitad de las participantes, evitando así la desigualdad numérica que es especialmente útil cuando se trabaja con una muestra con el número reducido de participantes. Por la naturaleza de la intervención que se plantea es necesario hacer un estudio abierto (no enmascarado), que implica que tanto las entrenadoras como las gimnastas conozcan la asignación al grupo de estudio o al grupo control desde el principio.

Para garantizar la mayor aleatoriedad posible, se utilizará la función “aleatorio” de Excel, que posibilita una selección no condicionada de las participantes. En este caso, se colocan en una columna los nombres y en otra los apellidos de las participantes, hasta completar las 506 gimnastas definidas en el tamaño de la muestra (figura X).

	A	B	C	D
1				
2		PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO		
3				
4		Nombre	Apellidos	
5		Milena	Baldassari	
6		Linoy	Ashram	
7		Dina	Averina	
8		Laura	Zeng	
9		Arina	Averina	
10		Kita	Sumire	
11		Alina	Harnasko	
12		Alexandra	Agiurgiculese	
13		Kaleyn	Boryana	
14		Alina	Harnasko	
15		Anastasia	Salos	
16		Laura	Asensi	
17		Verónica	Martinez	
18		Viktorina	Onoprienko	
19		Evita	Griskenas	
20		Khrystyna	Pohranychna	
21		Nicol	Zelikman	
22		Oiwa	Chisaki	
23		Traseva	Katrin	
24		Salome	Pazhava	
25		Ekaterina	Vadeneeva	
26		Lidia	Iakovleva	
27		Ruth	Castillo	
28		Habiba	Marzouk	

Figura 3. Base de datos registrada en Excel con las gimnastas participantes en el estudio.

Una vez completado el registro, se ordenarán las participantes por orden alfabético, teniendo en cuenta el apellido, utilizando la función “ordenar y filtrar – orden personalizado – ordenar por apellidos de la A a la Z” (figura 4).

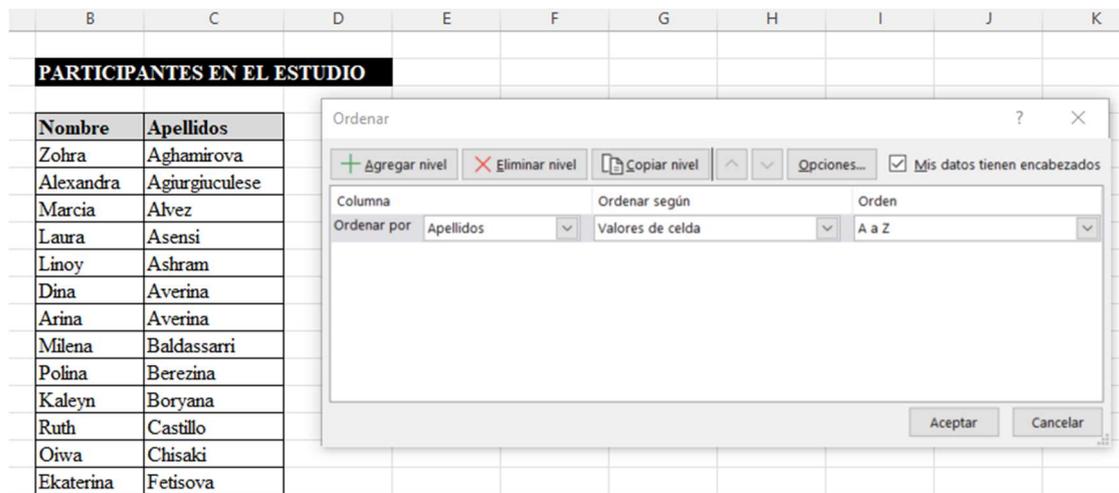


Figura 4. Función de Excel para ordenar los apellidos por orden alfabético.

Seguidamente, en la columna contigua, se asignará un valor aleatorio entre 0 y 1 a cada participante, utilizando la función “aleatorio” de Excel (figura 5).

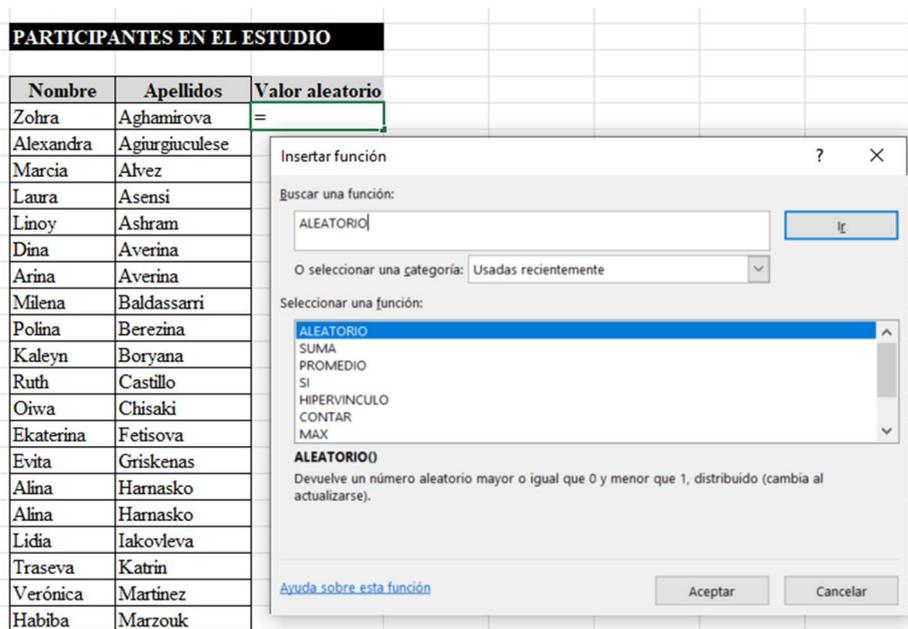


Figura 5. Función “aleatorio” de Excel para asignar un número cualquiera entre 0 y 1 a cada participante.

A continuación, se arrastra la función al listado completo, es decir, a las 506 gimnastas que aparecen registradas, quedando un número distinto asignado en cada caso. Una vez realizada esta operación, se vuelve a la función “orden personalizado”, y en este caso se ordena la columna numerada de mayor a menor, o a la inversa, consiguiendo que los nombres de las gimnastas queden distribuidos aleatoriamente (figura 6).

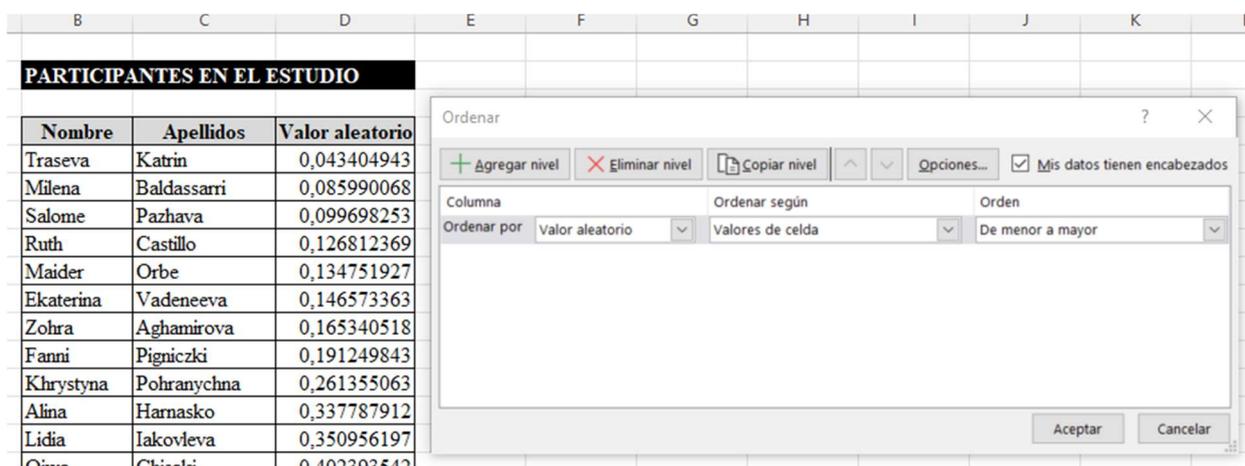


Figura 6. Reordenamiento de las filas en función del valor aleatorio de menor a mayor.

Como se puede observar, las gimnastas han quedado distribuidas aleatoriamente siguiendo el criterio de ordenamiento descrito. En el siguiente paso, se hace una selección de las primeras 253 participantes, es decir, la mitad de la muestra, para poder dividir el grupo en dos subgrupos. Para identificarlas, se puede sombrear cada fragmento elegido, tal como se muestra en la figura 7.

239	Traseva	Katrin	0,043404943
240	Milena	Baldassarri	0,085990068
241	Salome	Pazhava	0,099698253
242	Ruth	Castillo	0,126812369
243	Maider	Orbe	0,134751927
244	Ekaterina	Vadeneeva	0,146573363
245	Zohra	Aghamirova	0,165340518
246	Fanni	Pigniczki	0,191249843
247	Khrystyna	Pohranychna	0,261355063
248	Alina	Harnasko	0,337787912
249	Lidia	Iakovleva	0,350956197
250	Oiwa	Chisaki	0,402393542
251	Dina	Averina	0,427490127
252	Verónica	Martinez	0,430445956
253	Viktoria	Onoprienko	0,481094985
254	Alexandra	Agirgiuculese	0,487693022
255	Habiba	Marzouk	0,489261627
256	Laura	Asensi	0,523437662
257	Nicol	Zelikman	0,532957499
258	Evita	Griskenas	0,538487465
259	Kita	Sumire	0,542291121
260	Laura	Zeng	0,544383639
261	Arina	Averina	0,545419379
262	Polina	Berezina	0,700605625
263	Kaleyn	Boryana	0,736476428
264	Ekaterina	Fetisova	0,745016753
265	Anastasia	Salos	0,7480171
266	Marcia	Alvez	0,752260771
267	Alina	Harnasko	0,872418239

Figura 7. División de la totalidad de la muestra en dos subgrupos

Si se vuelven a ordenar alfabéticamente respecto a los apellidos, queda evidenciada la composición aleatoria de los dos subgrupos de participantes (figura 8).

	B	C	D	E
PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO				
Nombre	Apellidos	Valor aleatorio		
Zohra	Aghamirova	0,165340518		
Alexandra	Agiurgiuculese	0,487693022		
Marcia	Alvez	0,752260771		
Laura	Asensi	0,523437662		
Lino	Ashram	0,905390738		
Dina	Averina	0,427490127		
Arina	Averina	0,545419379		
Milena	Baldassarri	0,085990068		
Polina	Berezina	0,700605625		
Kaleyn	Boryana	0,736476428		
Ruth	Castillo	0,126812369		
Oiwa	Chisaki	0,402393542		
Ekaterina	Fetisova	0,745016753		
Evita	Griskenas	0,538487465		
Alina	Harnasko	0,337787912		
Alina	Harnasko	0,872418239		
Lidia	Iakovleva	0,350956197		
Traseva	Katrin	0,043404943		
Verónica	Martinez	0,430445956		
Habiba	Marzouk	0,489261627		
Viktoria	Onoprienko	0,481094985		
Maidier	Orbe	0,134751927		
Salome	Pazhava	0,099698253		
Fanni	Pigniczki	0,191249843		
Khrystyna	Pohranychna	0,261355063		
Anastasia	Salos	0,7480171		
Kita	Sumire	0,542291121		
Ekaterina	Vadeneeva	0,146573363		
Nicol	Zelikman	0,532957499		

Figura 8. Distribución aleatoria de la muestra ($n = 506$; $n_1 = 253$; $n_2 = 253$).

Durante el período establecido para el desarrollo de la intervención propuesta en este trabajo, existe la posibilidad de que alguna de las participantes abandone el estudio, ya sea por razones personales o porque deje de cumplir con alguno de los criterios de inclusión, por ejemplo, por tener una lesión.

En este sentido, este es uno de los aspectos que debe considerarse con mayor rigor durante la implementación de la intervención, ya que puede comprometer de manera fundamental la consistencia de los resultados. En este caso, la bibliografía científica (25, 26) sugiere que, con una pérdida de menos del 10% de la muestra (< 12 participantes), los resultados conservan su validez interna; si esta pérdida de gimnastas se encuentra entre el 11 y el 19% (13 – 24 participantes), las generalizaciones deberían hacerse con mucha precaución, ya que los resultados obtenidos en la muestra podrían no ser representativos de la población. Sin embargo, si abandona el estudio más del 20% de las gimnastas (> 24 participantes), debería optarse por no continuar con la intervención ya que los resultados podrían ser cuestionables.

Otro aspecto fundamental que debe considerarse antes de la aplicación de la intervención propuesta es garantizar que las diferencias observadas antes y después de su aplicación, no son debidas al azar o a cuestiones relacionadas con la metodología de implementación durante el desarrollo del estudio o, en

caso contrario, poder afirmar que si no aparecen diferencias es porque realmente no existe una relación causal entre la intervención y las mejoras esperadas. Esto implica prevenir los errores o sesgos que pudieran aparecer, así como su influencia sobre los resultados ya que, en caso contrario, no sería posible hacer generalizaciones o garantizar la repetitividad del estudio en otros contextos (27).

Desde un punto de vista metodológico, el mejor experimento es aquél cuyo diseño excluye las explicaciones alternativas de los resultados. Idealmente, los resultados de un experimento tendrán sólo una interpretación, que sería que la variable independiente es la responsable de los cambios en la dependiente (28). Por esta razón, en este apartado se deberán tener en cuenta aspectos relacionados con la validez interna y externa del estudio presentado, que deberán tenerse en cuenta durante su implementación (29,30).

4.2.3. Validez interna

Como ya se ha anticipado, cualquier variable no prevista que pudiera explicar los resultados, es decir, que termine influyendo sobre la variable dependiente, constituye una amenaza para la validez interna, ya que podrían suscitarse múltiples explicaciones alternativas respecto a la información recogida después de la intervención. En este sentido, sería necesario prever la influencia de:

- a) Factores orgánicos: Características individuales de las gimnastas o estados internos que pueden influir durante el desarrollo de la intervención. Por tanto, la muestra elegida debería descartar:
 - Habilidades diferentes: Se trata de participantes que pertenecen a niveles similares de competición, realizan entrenamientos similares en cuanto al número de horas y cuentan con habilidades técnicas y motoras equivalentes. Sin embargo, en este caso podrían aparecer sesgos asociados a la personalidad, estados anímicos, expectativas individuales respecto a los resultados tras la intervención, etc.
 - Errores de medida: La intervención preverá que las participantes realicen las pruebas de control varias veces y con intervalos de descanso suficientes para que no se vea afectado el rendimiento en la ejecución de los saltos. Esto prevé las posibles diferencias que pudieran aparecer entre una ejecución y otra, producto de las fluctuaciones en el estado físico y anímico de las participantes.
 - Regresión estadística: Este sesgo se ha eliminado en este estudio ya que, en los criterios de inclusión, no se ha determinado en ningún caso la elección de gimnastas que muestren un rendimiento muy bajo o muy alto en la ejecución de los saltos, pudiendo verse comprometido el resultado final. De hecho, la progresión será evaluada individualmente, es decir, en base a la ejecución pre-intervención respecto a la post-intervención de cada una.
 - Maduración: Las pruebas de control se realizarán durante períodos cortos para evitar que las participantes puedan mostrar pérdida de motivación o efectos negativos sobre la

habilidad que están mostrando debido al agotamiento físico, el hambre, u otros factores similares.

- b) Factores estimulares y situacionales: Influencia de los factores que se asocian a la ejecución de la intervención y las pruebas de control.
 - Instrucciones: Aunque la intervención la realicen los entrenadores de cada uno de los clubes de gimnasia rítmica que accedan a participar en el estudio, las instrucciones sobre su implementación y ejecución la debería dar una misma persona (el investigador o investigadora en este caso) o una persona formada previamente por el investigador o investigadora. Esto evita que las instrucciones puedan suponer un sesgo de información.
 - Características de la situación experimental: La intervención propuesta preverá, a ser posible, simultaneidad durante su implementación. Es decir, debería haber un compromiso por parte de los clubes participantes para respetar la sesiones, la frecuencia, así como el momento del año en que se llevará a cabo la intervención. Esto evitaría sesgos relativos al horario, la temperatura, el nivel de ruido, etc.

- c) Factores asociados a la medida de respuesta: El proceso de medida de la respuesta esperada puede contribuir de dos maneras a errores que podrían ser fuente de variabilidad.
 - Problemas relacionados con el uso de equipamiento o instrumentación: Para evitar este sesgo, se utilizarán siempre los mismos equipos, softwares e instrumentos de medición, con independencia de la gimnasta y sin diferenciación entre el grupo de estudio y el grupo control.
 - Problemas relacionados con la recogida de datos: Este sesgo aparece cuando la información de los resultados se recoge de forma sistemáticamente diferente entre los grupos de estudio. Por esta razón, se ha previsto que, igual que el investigador o investigadora es quien se encargará de dar las instrucciones relativas al estudio, también deberá ocuparse de la recogida de datos y el análisis posterior de los mismos. Esto evitaría la aparición de este sesgo.

4.2.4. Validez externa

Otro aspecto que se debe considerar es la capacidad que tienen los resultados obtenidos en este estudio de ser extendidos a gimnastas de diferentes categorías y edades, y que sean reproducibles por distintos investigadores o investigadoras, alcanzándose generalizaciones consistentes, lo que otorgaría un valor adicional a la investigación, más allá de la validez interna ya abordada. En este sentido se deberán tener en cuenta durante la intervención:

- d) Factores situacionales: Estos ya han sido abordados también cuando se ha analizado la validez interna. En este caso está relacionado directamente con la obtención de resultados antes y después de la intervención, ya que se ha demostrado que las personas responden de un modo diferente cuando se sienten observados y evaluados. El efecto reactivo del ambiente o situación de investigación es conocido con el nombre de efecto Hawthorne, y para minimizarlo se recomienda igualmente la presencia del investigador o investigadora en varios momentos de la intervención, no solo durante la obtención de los datos.
- e) Efectos novedosos: En este caso puede comprometer la validez externa el hecho de enfrentarse a un tipo de entrenamiento poco habitual o completamente desconocido, sumado a las pruebas planificadas para la obtención de la información necesaria para validar los resultados. El mero hecho de esta ruptura de la rutina del entrenamiento puede incidir en la credibilidad de las respuestas. En este sentido, se recomienda una amplia campaña informativa antes del comienzo de la intervención por parte del investigador o investigadora, que garantice que las participantes tengan conocimiento pleno de todas las etapas de la investigación, así como sus particularidades.

4.3. Variables del estudio

En este trabajo se estudiarán las siguientes variables:

- Variable independiente: Entrenamiento pliométrico para mejorar la altura del salto en el grupo de estudio. Se trata de una variable discreta, ya que se contabilizarán el número de series, descansos, repeticiones y la duración temporal de dicho entrenamiento.
- Variable dependiente: Porcentaje de mejora de la altura del salto en el grupo de estudio. Se trata de una variable discreta, ya que se medirán los resultados en porcentaje de mejora respecto al salto realizado por la misma gimnasta antes de realizar el entrenamiento.

En cuanto a las variables de resultados, se medirá la altura del salto vertical, siendo el componente principal en la realización correcta de los saltos básicos específicos de gimnasia rítmica.

Se llevará a cabo una valoración inicial previa al inicio de los entrenamientos, una valoración intermedia pasadas las 4 primeras semanas, y una valoración final al completar las 8 semanas, con el posterior análisis comparativo de los resultados del grupo control frente al grupo experimental.

La valoración se dividirá en dos partes, una primera parte en la que se medirán las siguientes pruebas mediante una plataforma de saltos:

1. *Counter Movement Jump (CMJ)*: Movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas hasta un ángulo de 90 grados, para realizar seguidamente un salto vertical sin pausa (31). Se valorará este test debido a la demanda de este gesto en la realización específica del salto *assamblé* corza,

por lo que será relevante medir su mejoría de forma previa y posterior al entrenamiento pliométrico.

2. *Single Leg Squat (SLS)*: Movimiento de flexo-extensión de rodilla de 30° con apoyo monopodal (32). Este test se valorará por su transferencia directa a la ejecución de la zancada, salto específico de gimnasia rítmica valorado en este estudio, por su inicio y recepción en un apoyo monopodal.
3. *Drop Jump (DJ)*: Esta prueba consiste en dejarse caer desde una altura concreta, y al recepcionar, se ha de formar un ángulo de las rodillas de 90°, para seguidamente y sin parar, buscar la realización de un salto vertical (31). Esta prueba se incluye debido a la relación directa con el salto específico de gimnasia rítmica de las corzas en serie valoradas en este estudio.

Para llevar a cabo esta primera parte de la valoración y garantizar una precisión en los resultados, es fundamental contar con un entorno adecuado y seguro. Se seleccionará un espacio amplio y libre de obstáculos en las instalaciones de entrenamiento de las gimnastas, con suelo firme y nivelado.

Se dispondrá del software de *Chrono Jump*, utilizado para la gestión de diferentes dispositivos de medición del movimiento humano. En este estudio, se empleará para medir el tiempo de vuelo y de contacto sobre una plataforma de contacto. A través de esta, se puede calcular la altura del vuelo y la velocidad inicial. Además, proporciona información sobre el perfil fuerza/velocidad de la gimnasta, es decir, la potencia del salto. La plataforma que se usará es la de medida A2, de 420 x 590 mm (33).

Se dispondrá también de un ordenador con el software instalado para el registro de datos y análisis de los resultados. En la siguiente figura, aparece el Kit de plataforma de contacto, que incluye la propia plataforma, el *Chronopic* y los cables, así como una referencia visual de las medidas de dicha plataforma.

Kit de plataforma de contacto



Figura 9. Kit de plataforma de contacto.

Antes de iniciar las pruebas, se brindará a las participantes una explicación detallada de cada una de ellas. Se describirá la técnica correcta a emplear y el propósito de cada prueba. Se responderán todas las preguntas que las participantes puedan tener y se garantizará que comprendan completamente lo que se espera de ellas durante el proceso de valoración.

Previamente al inicio de la prueba, se realizará un registro de medidas antropométricas básicas de cada gimnasta para el que se necesitará una báscula y un metro. Se recogerá el peso, la altura y la edad de cada gimnasta para poder introducir los datos en el *software* de *Chrono Jump* de forma previa a la realización de los saltos en la plataforma.

La persona responsable de realizar la valoración guiará un calentamiento previo a la realización de la prueba, el que consistirá en movilidad articular, estiramientos activos, ejercicios de fuerza y activación pliométrica de las extremidades inferiores.

Una vez ejecutado el calentamiento, se procederá a la valoración. Cada gimnasta realizará el salto tres veces sobre la plataforma de saltos para permitir la adaptación y conocimiento de ejecución de la prueba. En la siguiente imagen (figura 10) aparece el software de trabajo, donde aparecen las repeticiones, así como los datos de altura del salto, entre otros.

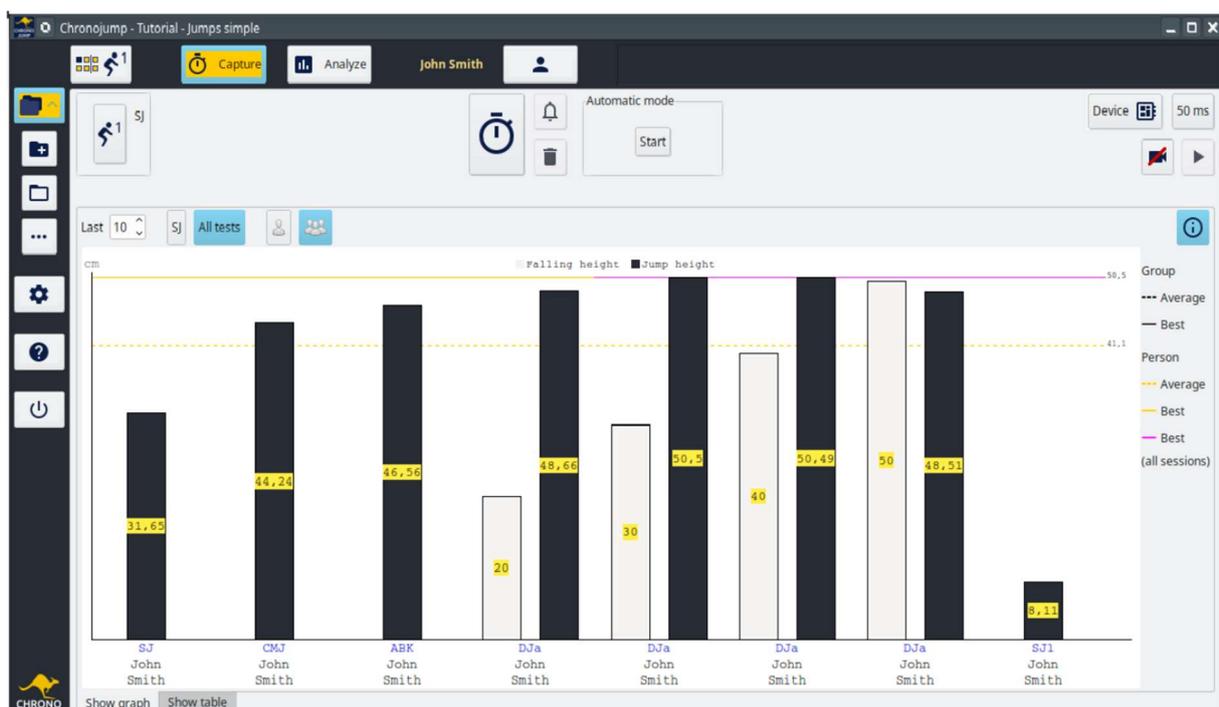


Figura 10. Software de trabajo *ChronoJump*.

La segunda parte de la valoración se realizará mediante grabación de vídeo de los tres saltos básicos específicos mencionados anteriormente, con posterior análisis en la aplicación Kinovea. Para la valoración se considerará como referencia el código de puntuación, teniendo en cuenta las faltas técnicas y la altura del salto.

Como características básicas de los saltos específicos de gimnasia rítmica, se recoge en el Código de Puntuación (12) que todos los saltos han de tener una forma definida y fijada durante el vuelo, así como una altura (elevación) suficiente para mostrar la forma correspondiente. A continuación, se describen las diferentes fases de los tres saltos específicos a valorar en este estudio. Las figuras 11 y 12 muestran las imágenes tomadas de la descripción del Código de Puntuación.

1. *Assamblé* Corza: Salto específico compuesto por dos saltos, uno preparatorio (*assamblé*), y la forma del salto específico (corza). El *assamblé* se inicia con apoyo unipodal y se recepciona de forma bipodal, mientras que la corza se inicia de forma bipodal y se recepciona de forma unipodal.



Figura 11. Representación esquemática del *assamblé* corza según el Código de Puntuación (12).

- Posición inicial: La gimnasta inicia el salto en bipedestación, con los pies juntos en *relevé* y los brazos a los lados del cuerpo.
- Preparación: Antes de ejecutar el salto, la gimnasta puede realizar un “doble paso”, que es un paso preparatorio para ganar impulso antes del salto principal. En todas las mediciones deberá hacerlo de la misma manera.
- Despegue: El despegue se realiza con el movimiento llamado *assamblé*. La gimnasta flexiona la cadera de una de las piernas ligeramente hacia anterior a la vez que realiza un salto unipodal con la pierna de base. En el momento más alto del salto, junta las piernas, recepcionando en el suelo con apoyo bipodal. Seguidamente, sin parar el movimiento, realiza una ligera flexión de rodillas, técnicamente llamado *plié*, para elevar la corza.
- Movimiento de las piernas: Cuando se inicia la corza, la cadera de la pierna anterior se flexiona a 90° , mientras que la rodilla se flexiona al máximo que pueda la gimnasta. La pierna posterior extiende la cadera a 180° con la rodilla completamente extendida. La posición de la corza puede ser horizontal y también puede aceptarse, siempre que se mantengan los 180° (teniendo en cuenta el ángulo entre la pierna anterior y posterior) cuando las piernas se encuentran por encima o debajo de la posición horizontal.
- Movimiento de los brazos y posición del tronco: Los brazos de la gimnasta acompañan el movimiento de las piernas para mejorar el impulso y ayudar en la estabilidad y equilibrio. El tronco se ha de mantener erguido durante todo el salto.

- Aterrizaje: Una vez la gimnasta alcanza la máxima altura en el salto, comienza la fase de descenso. Las piernas bajan a la posición inicial, pero la pierna anterior es la que recibe el salto, y seguidamente se une la pierna posterior, finalizando en bipedestación y relevé.
2. Zancada: Salto específico como el que se muestra en la siguiente figura:



Figura 12. Representación esquemática de la zancada según el Código de Puntuación (12).

- Posición inicial: La gimnasta inicia el salto en bipedestación, con los pies juntos en *relevé* y los brazos a los lados del cuerpo.
 - Preparación: Antes de ejecutar el salto, la gimnasta puede realizar un “doble paso”, que es un paso preparatorio para ganar impulso para el salto principal. En todas las mediciones deberá hacerlo de la misma manera.
 - Despegue: El despegue del salto se realiza por *developé*. Este gesto se realiza flexionando la cadera y la rodilla de la pierna anterior y extendiendo la rodilla rápidamente buscando la forma horizontal de la pierna. La pierna posterior se extiende completamente desde la cadera buscando también la forma horizontal. Por lo tanto, este salto se inicia de forma unipodal.
 - Movimiento de las piernas: Se exige una posición de *espagat* de 180° en el punto más alto del salto. La posición de *espagat* puede ser horizontal y también puede aceptarse, siempre que se mantengan los 180°, cuando las piernas se encuentran por encima o debajo de la posición horizontal.
 - Movimiento de los brazos y posición del tronco: Los brazos de la gimnasta acompañan el movimiento de las piernas para mejorar el impulso y ayudar en la estabilidad y equilibrio. El tronco se ha de mantener erguido durante todo el salto.
 - Aterrizaje: Una vez la gimnasta alcanza la máxima altura en el salto, comienza la fase de descenso. Las piernas bajan a la posición inicial, pero la pierna anterior es la que recibe el salto, y seguidamente se une la pierna posterior, finalizando en bipedestación y *relevé*.
3. Corzas en serie: Las corzas en serie se realizan de la misma forma que el *assamblé* corza descrito anteriormente. La diferencia entre estos dos saltos es que la recepción del primer salto se enlaza con el *assamblé* del segundo salto, por lo tanto, es importante el aprovechamiento de la fuerza de recepción del primer salto para enlazar la siguiente corza sin pausa intermedia.
- Posición inicial: La gimnasta inicia el salto en bipedestación, con los pies juntos en *relevé* y los brazos a los lados del cuerpo.

- Preparación: Antes de ejecutar el salto, la gimnasta puede realizar un “doble paso”, que es un paso preparativo para ganar impulso para el salto principal. En todas las mediciones deberá hacerlo de la misma manera.
- Despegue y movimiento de las piernas: En el despegue, a diferencia del *assamblé* corza, se busca directamente la forma de la corza, por lo que la cadera de la pierna anterior se flexiona a 90°, mientras que la rodilla se flexiona al máximo que pueda la gimnasta. La pierna posterior extiende la cadera a 180° con la rodilla completamente extendida. La posición de la corza puede ser horizontal y también puede aceptarse, siempre que se mantengan los 180° (teniendo en cuenta el ángulo entre la pierna anterior y posterior) cuando las piernas se encuentran por encima o debajo de la posición horizontal.
- Movimiento de los brazos y posición del tronco: Los brazos de la gimnasta acompañan el movimiento de las piernas para mejorar el impulso y ayudar en la estabilidad y equilibrio. El tronco se ha de mantener erguido durante todo el salto. Una vez la gimnasta alcanza la máxima altura en el salto, las piernas descienden, siendo la pierna anterior pero la pierna anterior es la que recibe el salto, y seguidamente, la pierna posterior se adelanta con flexión de cadera y rodilla, buscando la forma de la corza otra vez sin pausa intermedia.
- Aterrizaje: Una vez la gimnasta alcanza la máxima altura del segundo salto, comienza la fase de descenso. Las piernas bajan a la posición inicial, pero la pierna anterior es la que recibe el salto, y seguidamente se une la pierna posterior, finalizando en bipedestación y *relevé*.

Las faltas técnicas aplicadas a los saltos específicos recogidos en el Código de puntuación (12), implican una penalización definida como “pequeña” de 0,10 puntos para una recepción pesada del salto o una forma incorrecta del salto con pequeña desviación. Una penalización definida como “mediana”, de 0,30 puntos para una recepción incorrecta, con una visible espalda arqueada en la fase final de la recepción, o una forma incorrecta con mediana desviación. Finalmente, definida como una penalización de 0,5 puntos o más, para una forma incorrecta del salto con gran desviación.

Para llevar a cabo esta parte de la valoración, se establecerán puntos de referencia en las principales articulaciones de las extremidades inferiores de la gimnasta. Se colocarán marcadores específicos en el maléolo peroneal, la interlínea de fémur y tibia, y el espacio entre el trocánter mayor y la espina ilíaca anterosuperior (EIAS). Estas marcas permitirán identificar los movimientos y posiciones de las extremidades inferiores durante el salto para el análisis con Kinovea.

Además, de esta forma se evaluará la altura del salto y, para llevarlo a cabo de forma precisa, se incluirá una referencia adicional, un banco de 50 cm de altura, como el que se puede observar en la figura 13. De esta forma, se asegura que la referencia de altura sea siempre la misma, aunque cambie el lugar de medición de las variables.

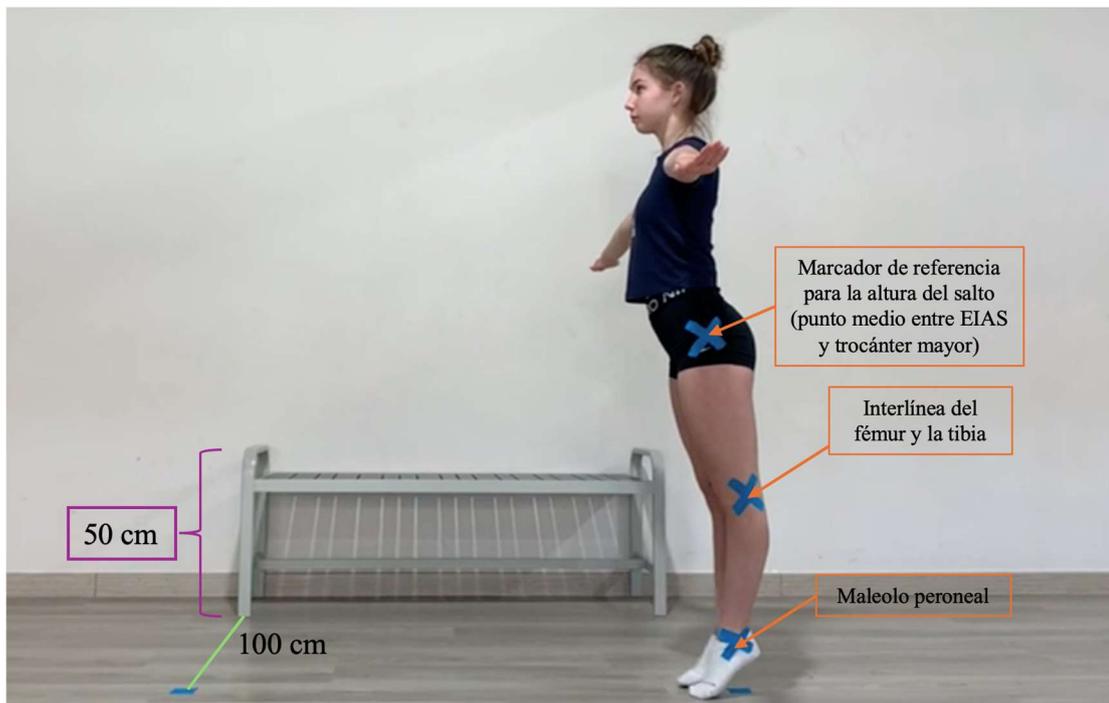


Figura 13. Marcadores específicos para la valoración con Kinovea.

Para la grabación del vídeo se han tenido en cuenta las siguientes medidas para que todos los vídeos se puedan realizar en las mismas condiciones con el objetivo de obtener la máxima precisión posible:

- Altura del banco 50 cm
- Distancia de 100 cm desde el banco al lugar del salto de la gimnasta, medido con cinta métrica y con referencias visuales para la gimnasta en el suelo.
- Distancia de 300 cm desde el banco hasta la cámara.
- Altura de la cámara 60 cm desde el suelo.

Con la herramienta Kinovea se creará la escala de proporción colocando como referencia el cajón de 50 cm e introduciendo los datos en el programa. A partir de esta medida, se dibujan las líneas desde los marcadores de las articulaciones al suelo, teniendo como referencia la base del banco (suelo), es decir, 0 cm de altura. De esta forma, el programa indica la distancia en centímetros (se ha de hacer el cambio de unidades, ya que primero aparece en píxeles) desde el suelo a los marcadores específicos. Para medir la altura del salto, se tendrá en cuenta la distancia del suelo a la cadera, marcada con la recta azul en la figuras 14 y 15. Se considerará como punto más alto en la zancada y en la corza, ya que será un indicador más fiable de la altura del salto sin influencia de la amplitud total del movimiento. Esto permitirá cuantificar y comparar el rendimiento de la gimnasta de manera objetiva.

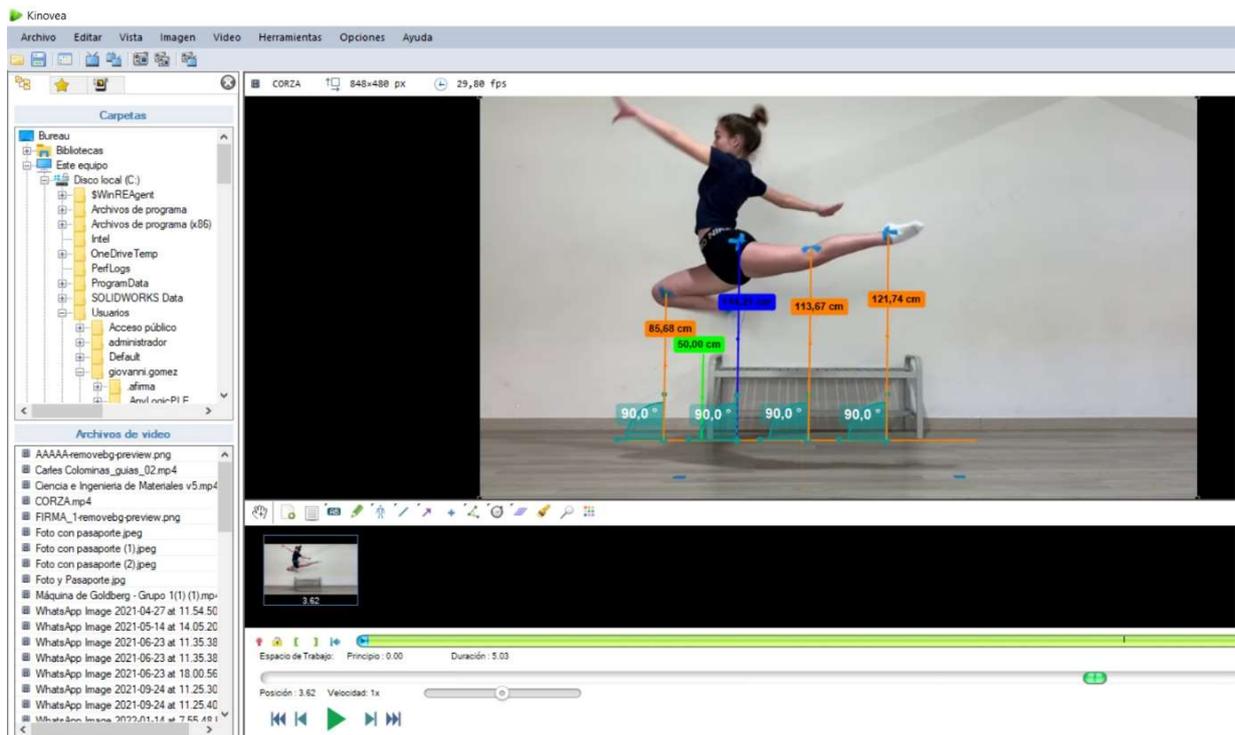


Figura 14. Assamblé – Corza (imagen corza). Análisis de la corza con el programa Kinovea.

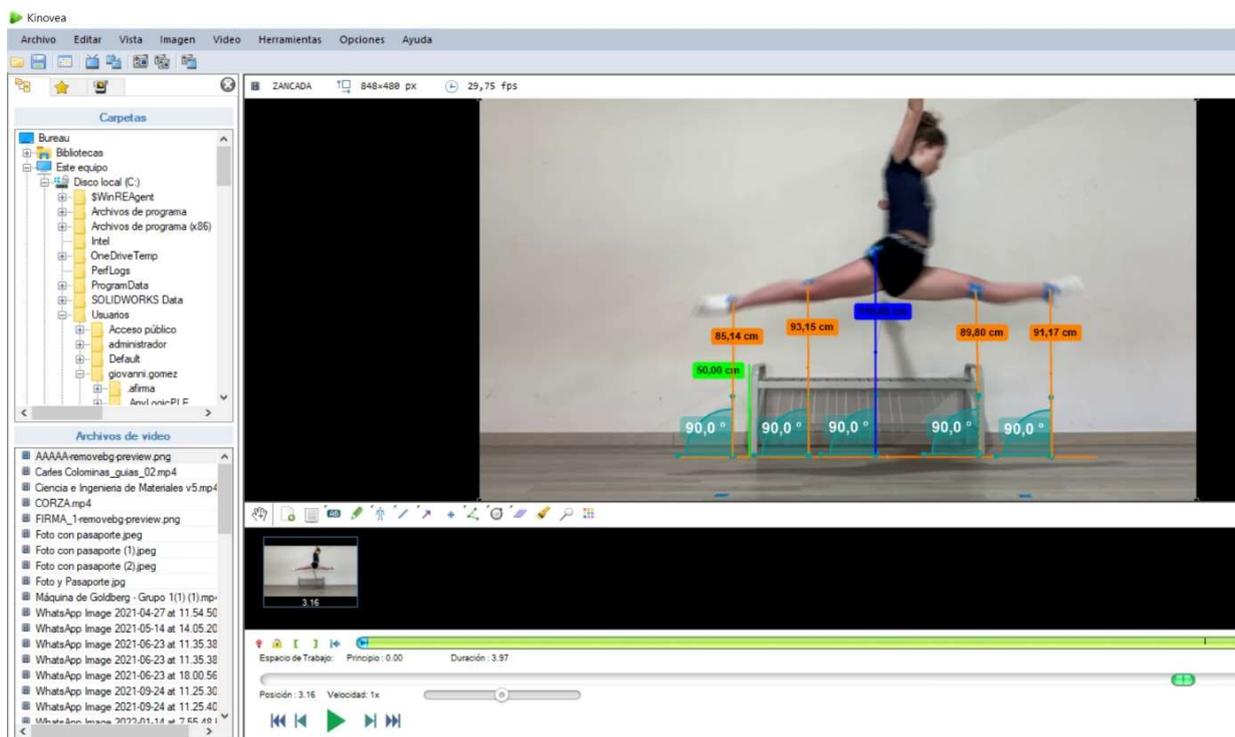


Figura 15. Análisis de la zancada con el programa Kinovea.

La valoración inicial, intermedia y final la realizará un profesional graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en el caso de las pruebas realizadas con la plataforma de saltos, así como en la grabación y análisis con la aplicación Kinovea.

Los resultados obtenidos de las valoraciones se recopilarán en un documento de Excel, que posteriormente serán utilizados para los análisis estadísticos tanto del grupo control como del grupo experimental. En las siguientes tablas se recogerán los datos obtenidos con la plataforma *Chrono Jump* (CMJ, SJ y DJ).

Tabla 1. Registro en Excel del CMJ.

COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ) - Valor más alto de tres intentos en plataforma de saltos			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

Tabla 2. Registro en Excel del SJ.

SQUAT JUMP (SJ) - Valor más alto de tres intentos en plataforma de saltos			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

Tabla 3. Registro en Excel del DJ.

DROP JUMP (DJ) - Valor más alto de tres intentos en plataforma de saltos			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

En las siguientes tablas se recogen los datos después del análisis de los saltos específicos con la herramienta Kinovea. Como se ha explicado anteriormente, se introducirá el valor del marcador específico de la articulación de la cadera como punto más alto del salto.

Tabla 4. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Zancada).

ANÁLISIS DE LA ALTURA DEL SALTO CON KINOVEA			
ZANCADA			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

Tabla 5. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Corza).

CORZA			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

Tabla 6. Registro en Excel de la altura de salto con Kinovea (Corza en serie).

CORZA EN SERIE (VALOR DE LA PRIMERA Y LA SEGUNDA CORZA)			
GIMNASTAS	Valoración inicial	Valoración intermedia	Valoración final
Número 1			
Número 2			
Número 3			
Número 4			

4.4. Recogida de datos

Los datos los recogerá una persona que no conozca la asignación de grupos, de forma cegada. De esta forma, se puede evitar el posible sesgo producido por el conocimiento de cuáles gimnastas han participado en el grupo experimental y cuáles en el grupo control.

La primera recogida de datos se realizará con el objetivo de identificar la procedencia de las gimnastas y considerar la edad media y la desviación estándar de las participantes de cada club. Los datos serán recogidos en una tabla como la que se presenta a continuación. Las tres primeras filas representan un ejemplo de la recogida de datos deseada.

Tabla 7. Clubes participantes en el estudio (n = 506).

CLUBES DE GIMNASIA RÍTMICA PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO			
Nombre del Club	Nº total de gimnastas	Edad media [años]	Desviación estándar
Club Gimnàstic Catalunya	5	16,2	± 1,15
Club Muntanyenc de Sant Cugat	4	15,54	± 0,32
Club Rítmica Caldes de Montbui	2	14,68	± 0,84

Una vez que se ha obtenido esta información, se pasará a recoger los datos antropométricos que son de interés para este trabajo. Esta información se registrará en una tabla como la que se presenta a

continuación. La altura en metros y el peso en kilogramos se corresponde con la media de todas las participantes incluidas en la categoría y su correspondiente desviación estándar. Ambas variables son cuantitativas continuas, ya que en el intervalo elegido entre los 13 y los 17 años (variable cuantitativa discreta) se pueden obtener una gran diversidad de datos contables. Los valores de la tabla representan un ejemplo de cómo se debería recoger esta información.

Tabla 8. Datos antropométricos de la muestra (n = 506)

DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE LA MUESTRA		
Datos	Desviación estándar	
Talla [m]	1,52	± 0,10
Peso [kg]	43,4	± 3,05

4.5. Propuesta de intervención

La propuesta de intervención se sustenta en un programa planificado y estructurado de ejercicios pliométricos, en los cuales se incluyen ejercicios más generales para la mejora del salto vertical y ejercicios más específicos para mejorar la altura de los saltos específicos de gimnasia rítmica descritos anteriormente.

Para realizar la intervención, se necesitará un cajón/banco de 50 cm de altura, varios *steps* o superficies de 30 cm de altura (figura 16).



Figura 16. Material necesario para la intervención.

Un profesional en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte con conocimiento específico de gimnasia rítmica será la persona responsable de realizar la formación a los entrenadores/as. Este/a profesional se reunirá con los entrenadores/as para explicar de forma detallada como se deberá llevar a cabo la intervención, teniendo en cuenta series, repeticiones, formato, frecuencia, y las principales correcciones para tener en cuenta durante los ejercicios.

El entrenamiento pliométrico lo llevarán a cabo los/las entrenadores/as de los clubes y, se les proporcionará un documento donde aparecen todos los ejercicios de forma visual, con las series y

repeticiones a realizar, así como una explicación técnica de cada ejercicio (Anexo VI). El material se proporcionará a cada club en caso de no tener acceso a él de forma gratuita.

La intervención se realizará en las instalaciones de los clubes, de forma grupal. Es decir, todas las gimnastas que formen parte del grupo experimental del mismo club realizarán el entrenamiento de forma simultánea. Se requerirá de una zona espaciada, con el suelo plano y sin obstáculos.

El entrenamiento tendrá una duración total de 8 semanas, con una frecuencia de 2 veces por semana. La duración aproximada del entrenamiento es de 30'. Este constará de 6 ejercicios pliométricos con progresiones a lo largo de las 8 semanas de entrenamiento. Dentro de estos 6 ejercicios, 3 serán más generales para la mejora del salto vertical, y 3 serán más específicos para la mejora de la altura de los saltos descritos anteriormente. A medida que se progresa, los ejercicios se orientan a un trabajo concreto para la mejora de los saltos específicos de gimnasia rítmica. Se realizan 2 series de todos los ejercicios en cada entrenamiento, por lo que se realizará una primera vuelta de todos los ejercicios y después se repetirá por segunda vez en el mismo orden de ejecución.

En cuanto a los descansos, las gimnastas dispondrán de un descanso de 30" entre ejercicios, y 5' entre series.

Esta planificación se dividirá en 2 bloques. El bloque 1 se realizará durante las 4 primeras semanas y el bloque 2 durante las 4 semanas restantes. Cada bloque constará de un programa inicial que se llevará a cabo las 2 primeras semanas, y de una progresión de este que se llevará a cabo las siguientes 2 semanas, dentro del mismo bloque. A continuación, se puede observar la organización de la propuesta en la figura 17:

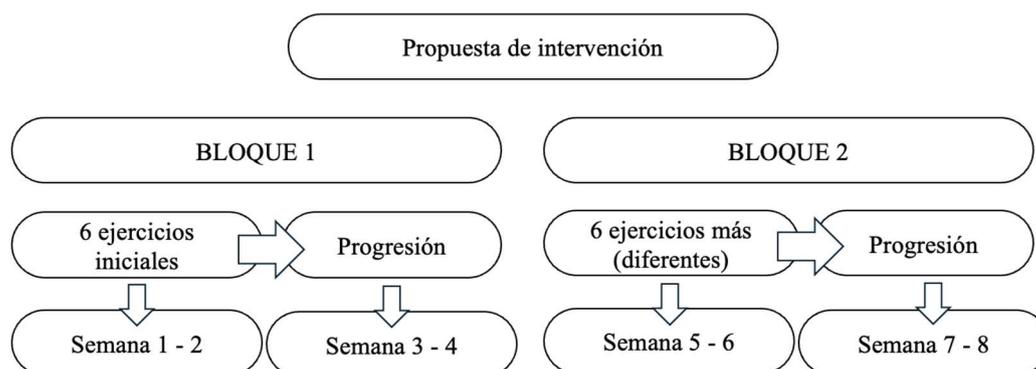


Figura 17. Esquema de la organización de la propuesta de intervención.

En las tablas 10 y 11 se exponen los ejercicios incluidos en los dos bloques, así como las repeticiones y series de dichos ejercicios. La explicación detallada de estos se encuentra en el Anexo VI.

Tabla 9. Propuesta de ejercicios para la intervención: Bloque 1.

BLOQUE 1		
SEMANA 1 Y 2		
Salto al cajón de 50cm	Drop Jump bilateral	Lunge con salto pasé
Repeticiones: 12 Series: 2	Repeticiones: 12 Series: 2	Repeticiones: 8 por pierna Series: 2
Assamblé corza alternando piernas	Zancadas seguidas	Tres saltos bipodales superando steps
Repeticiones: 8 saltos por pierna (se realizarán 4 corzas seguidas y una pausa. Esto se realiza 4 veces) Series: 2	Repeticiones: 8 saltos por pierna (se realizarán 4 zancadas seguidas y una pausa. Esto se realiza 4 veces) Series: 2	Repeticiones: 12 saltos, se realizan 4 saltos y una pausa. Esto se realiza 3 veces Series: 2
SEMANA 3 Y 4: Progresión ejercicios anteriores		
Assamblé con salto al cajón	Drop Jump con recepción unipodal + salto unipodal	Lunge + assamblé + salto vertical
Repeticiones: 12 (realizando 6 <i>assamblés</i> con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2
Assamblé superando un step + corza (de forma seguida alternando piernas)	Zancadas seguidas con <i>steps</i> como obstáculos	Tres saltos unipodales superando <i>steps</i> (el primer salto se inicia bipodal y se alterna el pie en la recepción de los dos siguientes)
Repeticiones: 12 (2 <i>assamblés</i> por repetición con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 8 saltos por pierna (se realizarán 4 zancadas seguidas y una pausa. Esto se realiza 4 veces) Series: 2	Repeticiones: 12 (cada repetición consta de 3 saltos, se realiza el ejercicio 4 veces) Series: 2

Tabla 10. Propuesta de ejercicios para la intervención: Bloque 2.

BLOQUE 2		
SEMANA 5 Y 6		
Drop Jump con recepción unipodal + zancada	Drop Jump recepcionando con <i>assamblé</i> corza + salto sobre step con recepción unipodal	Lunge + dos corzas en serie

Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 lunge con cada pierna) Series: 2
Saltar de un lado al otro de un banco con recepción unipodal	Salto unipodal pasando dos steps y el tercer <i>step</i> se pasa con un <i>assamblé</i> corza	Sedestación en una silla. <i>Assamblé</i> con recepción bipodal + salto por encima de un <i>step</i> con recepción unipodal.
Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 8 (realizando 4 recepciones con cada pierna, teniendo en cuenta que cada repetición incluye dos saltos + un <i>assamblé</i> corza) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2
SEMANA 7 Y 8: Progresión ejercicios anteriores		
Drop Jump con recepción unipodal + salto <i>step</i> unipodal + zancada	Drop Jump recepcionando con <i>assamblé</i> corza en serie alternando piernas (2 corzas seguidas)	Lunge + zancada
Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 lunge con cada pierna) Series: 2
Saltar banco con recepción unipodal + zancada	Drop jump con recepción unipodal + salto <i>step</i> unipodal + segundo <i>step</i> con <i>assamblé</i> corza.	Sedestación en una silla. Salto con recepción bipodal + salto al cajón de 50cm
Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna) Series: 2	Repeticiones: 12 (realizando 6 inicio del salto con cada pierna) Series: 2

Para asegurar la correcta ejecución de la dinámica de entrenamiento, se les pedirá a los entrenadores/as la grabación de los entrenamientos de la primera semana de cada bloque, con la introducción de ejercicios nuevos, para comprobar el funcionamiento, así como la técnica y ejecución correcta de los ejercicios.

4.6. Análisis estadístico

Para analizar los datos que serán recogidos en este estudio se hará uso de la estadística inferencial, es decir, se tratarán de sacar conclusiones sobre la población a partir de una muestra de datos. Esto

supondrá que se lleven a cabo pruebas de hipótesis como las que serán descritas en los siguientes apartados.

4.6.1. Normalización de los datos

Con vistas a verificar cuánto difiere la distribución de los datos observados en la muestra sometida a estudio, respecto a lo que sería esperable si los datos procediesen de una población en la que la variable en estudio siguiese una distribución normal (con la misma media y desviación estándar que la observada en los datos de la muestra), se llevará a cabo un análisis de normalidad mediante contrastes de hipótesis, que permitirá comprobar si los valores de la variable estudiada siguen o no una distribución normal.

En este caso, la hipótesis nula sería afirmar que la variable de estudio sigue una distribución normal, o lo que es lo mismo, que el valor $p > 0,05$. Por tanto, se asumirá que dicha variable está normalizada, en cuyo caso, se aplicarán pruebas paramétricas. Por el contrario, si $p < 0,05$, se tendrá que asumir que dicha variable no sigue una distribución normal en la población, lo que conduce a la aplicación de pruebas no paramétricas.

4.6.2. Elección de la prueba de contraste para el análisis de normalidad

En el caso de esta investigación se elige la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que se utiliza habitualmente cuando el tamaño de la muestra es superior a 50, como ocurre en este estudio. Para este análisis se plantean los siguientes supuestos:

- Hipótesis nula (H_0): Los datos analizados siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa (H_1): Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Por tanto:

- Si $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula, es decir, los datos siguen una distribución normal.
- Si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, es decir, los datos no siguen una distribución normal.

En el caso que se analiza, como el interés es conocer los valores medios de la altura del salto antes y después de la realización del entrenamiento pliométrico, esto es, se querrán evaluar dos medias relacionadas antes y después de la intervención propuesta, se elegirá la t de Student como prueba paramétrica (si existe normalidad) o la t de Wilcoxon como prueba no paramétrica (si no existe normalidad). Los datos serán recogidos en las hojas de Excel que se han preconfigurado a tal efecto y el análisis estadístico se llevará a cabo utilizando Jamovi (34) al tratarse de un software gratuito y de código abierto para el análisis de datos.

La elección de la t de Student como prueba paramétrica responde a su solidez estadística, al tratarse de una prueba ampliamente utilizada para hacer comparaciones en un mismo grupo, pero en dos momentos diferentes (muestras dependientes). En este caso, antes y después del entrenamiento pliométrico. Este tipo de prueba tiene la ventaja de eliminar las diferencias individuales entre las participantes. Una vez calculados los grados de libertad ($gl = n-1$) y el promedio de todas las mediciones de salto realizadas

con su correspondiente desviación estándar, se calcula el valor crítico dentro de la distribución normal, que es aquel a partir del cual es posible rechazar la hipótesis nula (el entrenamiento pliométrico no introduce cambios significativos en el rendimiento del salto). Para el nivel de significancia establecido previamente, $\alpha = 0,05$, se puede calcular el p -valor asociado a los datos reales de la muestra. Entonces, si $p < 0,05$ se puede afirmar que los resultados son estadísticamente significativos, es decir, que tras el entrenamiento pliométrico se ha observado una mejora en el rendimiento del salto. Si por el contrario, $p > 0,05$, el entrenamiento pliométrico no habrá tenido un impacto relevante en la población.

En caso de no encontrar una distribución normal, la t de Wilcoxon es la prueba no paramétrica adecuada para el estudio que se quiere llevar a cabo, como ya se ha mencionado, precisamente por tratarse de grupos relacionados. Los resultados deberán clasificarse en un nivel de medición ordinal, es decir, deben poder ser clasificados en categorías jerárquicas dentro de la propia muestra. En este estudio, por ejemplo, las gimnastas pueden ordenarse por edad, o por nivel de competición y deben asociarse a pares ordenados (las mediciones antes y después del entrenamiento pliométrico). Una vez calculadas las diferencias entre las dos mediciones se asignan a rangos independientemente del signo. Con esta información ya es posible conocer la t de Wilcoxon, que resulta de la sumatoria de los valores de los rangos de las diferencias positivas y negativas por separado. En este caso, la t de Wilcoxon es la cantidad menor de las dos sumatorias. Por último, se debe determinar cuál es el valor crítico para el tamaño de la muestra, ya que el valor calculado debe estar por debajo de este. Al tratarse de una normalización con dos colas el valor $p = 0,05$ se divide en dos, por tanto, $p < 0,025$. Si ese valor crítico tabulado es superior a la t de Wilcoxon calculada, se podrá aceptar la hipótesis de la investigación. Es decir, se podrá afirmar que los resultados alcanzados son estadísticamente significativos, en caso contrario, no lo serán.

El procedimiento elegido se deberá seguir tanto en el grupo de estudio como en el grupo control, ya que la comparación entre los resultados permitirá establecer la evolución del rendimiento en cada grupo y contribuirá con la consistencia del estudio. Finalmente, será conveniente comparar las medias de ambos subgrupos para determinar la validez estadística de dicha comparación. Este análisis será explicado en el siguiente apartado.

4.6.3. Comparación de los resultados entre el grupo de estudio y el grupo control

Una vez analizada la significancia estadística del entrenamiento pliométrico en cada uno de los grupos, resulta conveniente comparar los resultados entre ambos. En este estudio se elige la realización de la prueba t para muestras independientes, en caso de que, en los análisis anteriormente descritos, se haya establecido que las poblaciones responden a una distribución normal y que tienen varianzas iguales (desviaciones estándares similares). Si dichas varianzas no fueran iguales se podrá utilizar una estimación distinta de la desviación estándar, tal como se explicará a continuación.

Para realizar esta prueba estadística se dispondrá de las medias de las mediciones de la altura del salto (antes y después del entrenamiento pliométrico) que, idealmente antes de la intervención, la diferencia

entre ellas no debería ser estadísticamente significativa, sin embargo, después de la intervención, la diferencia entre ambos grupos debería ser relevante. Por tanto, se supone en este punto, que las varianzas deberán ser diferentes para ambos grupos.

En este caso, se mantiene el nivel de significación $\alpha = 0,05$ y se establecen las hipótesis que deberán ser contrastadas. La hipótesis nula afirmaría que las medias entre los dos grupos son iguales (tal como se espera antes de la intervención), y la hipótesis alternativa plantearía que existen diferencias entre las medias de ambos grupos (tal como se espera después de la intervención).

Una vez definido el promedio del salto en cada grupo, se calcula la diferencia entre ellos y, con las desviaciones estándares de estas dos medidas, se calcula la desviación estándar acumulada, que es la raíz cuadrada de la varianza. Como en este caso el tamaño de la muestra es el mismo en ambos subgrupos, la varianza es el promedio de las varianzas de cada uno.

Con estos datos se puede obtener la estadística de prueba, que resulta de dividir la resta de los promedios de cada grupo, entre el producto de la varianza por el error estándar de la diferencia entre esas dos medias.

Finalmente, se obtiene el valor de la prueba t con el nivel de significancia establecido y los grados de libertad correspondientes ($gl = n-1$), siendo posibles dos tipos de resultados:

- La estadística de la prueba es menor que el valor de t : No se puede rechazar la hipótesis que asegura que las medias son iguales. Esta sería la situación deseable antes del entrenamiento pliométrico.
- La estadística de la prueba es mayor que el valor de t . Rechaza la hipótesis de que las medias son iguales. Esta sería la situación deseable antes del entrenamiento pliométrico.

Alternativamente, puede darse el caso de que las varianzas entre ambos grupos sean desiguales desde la primera medición (antes de la intervención). En este caso no sería posible utilizar la estimación combinada de la desviación estándar que se ha explicado anteriormente, sino que el valor t se debe calcular dividiendo la resta de los promedios de cada grupo entre el error estándar global de la diferencia entre medias, es decir, el error estándar de cada grupo por separado. Esto también comprometería el cálculo de los grados de libertad. En cualquier caso, estos cálculos serán implementados en el software Jamovi, como ya se ha explicado al principio de este apartado.

4.7. Consideraciones éticas

Las gimnastas que formen parte del estudio recibirán una hoja informativa con la descripción del mismo, así como su nivel de implicación, sumada a un consentimiento informado en el que se especificará el tipo de intervención, la duración y las condiciones legales y de seguridad que sean oportunas (Anexo II).

Al mismo tiempo, se asegurará el cumplimiento de la Ley Orgánica 03/2018 del 5 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y garantía de derechos digitales (BOE núm. 294, de 06/12/2018) (46), respetándose el anonimato de las participantes y de los datos que se recojan y analicen (Anexo III). Adicionalmente, las participantes firmarán un consentimiento informado, una vez hayan ,mostrado su conformidad para participar (Anexo IV).

El derecho del participante a la confidencialidad es primordial. La identidad del participante en los documentos del estudio debe ser codificada, y únicamente las personas autorizadas tendrán acceso a detalles personales identificables en el caso en que los procedimientos de verificación de datos exijan la inspección de estos detalles.

Asimismo, en los anexos constará, en caso necesario, una Hoja de Renuncia para permitir a las participantes abandonar el estudio en cualquier momento (Anexo V).

Finalmente, también se informará por escrito a todos los investigadores/as colaboradores/as, y a los entrenadores/as, que este estudio se llevará a cabo siguiendo las instrucciones del Manual de Buenas Prácticas y de Seguridad en el deporte, publicado por el Consejo Superior de Deportes, perteneciente al Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes de España (35).

5. Cronograma

A continuación, en la figura 18, se presenta un Diagrama de Gantt con la planificación de todas las actividades llevadas a cabo durante la realización de este proyecto.

ETAPAS DEL PROYECTO O ESTUDIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Estudio bibliográfico y marco teórico del estudio						
Definición de hipótesis y objetivos						
Diseño del estudio y metodología						
Definición de variables de estudio, cálculo de la muestra y establecimiento de las variables de resultado						
Definición de las pruebas de evaluación						
Establecimiento de la recogida de datos						
Propuesta de intervención						
Definición de la tipología del análisis estadístico, limitaciones del estudio y posibles líneas futuras						
Elaboración de un presupuesto estimado						
Redacción de la memoria del trabajo						
Presentación del trabajo / defensa						

Figura 18. Diagrama de Gantt con la planificación del estudio.

6. Presupuesto

En este apartado se mostrará, en la tabla 11, la estimación del presupuesto necesaria para llevar a cabo el estudio desarrollado en este trabajo. Los superíndices de cada una de las partidas hacen referencia al listado de proveedores o entidades de las que se han extraído los precios, y que aparecerán relacionados a continuación de la tabla.

Tabla 11. Desglose del presupuesto por partidas.

PRESUPUESTO GENERAL				
Material necesario para la intervención	Coste unitario [€]	Unidades	Coste partida [€]	Observaciones
Steps ¹	39,99 €	10	399,90 €	Solo se comprará si las instalaciones no disponen de este equipamiento
Bancos 50 cm de altura ²	104,00 €	4	416,00 €	Solo se comprará si las instalaciones no disponen de este equipamiento
			815,90 €	
Equipamiento	Coste unitario [€]	Cantidad	Coste partida [€]	
Kit Chrono Jump ³	213,00 €	5	1.065,00 €	
Ordenador portatil ⁴	649,00 €	5	3.245,00 €	
Licencia software Excel ⁵	69,00 €	5	345,00 €	
Báscula de baño - Rowenta Premiss ⁶	14,99 €	5	74,95 €	
Flexómetro enrollable STANLEY ⁷	4,79 €	5	23,95 €	
			4.655,00 €	
Personal implicado en la intervención	Cantidad	Coste hora [€]	Horas trabajo	Coste partida [€]
Investigador/a principal ⁸	1	11,10 €	720	7.992,00 €
Investigadores/as colaboradores ⁹	10	10,06 €	60	6.036,00 €
Entrenadoras/es ¹⁰	50	10,06 €	8	4.024,00 €
				18.052,00 €
Coste del estudio	Coste hora [€]	Horas dedicadas	Coste partida [€]	Observaciones
Realización del proyecto ¹¹	10,06 €	240	2.414,40 €	A este coste deben añadirse las horas de tutoría realizadas
			2.414,40 €	
TOTAL PRESUPUESTO			25.937,30 €	

¹ <https://www.sprintersports.com/step-2-alturas-sveltus-0369661>

² https://rinodepot.com/bancos/38-banco-vestuario-simple.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCOjw0MexBhD3ARIsAEI3WHJj4fUkEpKolhyKGcjuKMbkxeQIBoDZHdfj3ncNMscUq-gTQmL15pIaAm47EALw_wcB#/79-ancho-1000_mm/126-alto-470_mm/127-fondo-350_mm

³ <https://chronojump.org/es/product/kit-plataforma-de-contactos-din-a2/>

⁴ https://www.mediamarkt.es/es/product/_portatil-lenovo-ideapad-slim-3-15iah8-156-fullhd-intelr-coretm-i5-12450h-16gb-ram-512gb-ssd-uhd-graphics-windows-11-home-gris-1567024.html

⁵ <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/buy/microsoft-365>

⁶ <https://www.medimarkt.es/es/product/bascula-de-bano-rowenta-premiss-bs1401v0-150-kg-blanco-1567689.html>

⁷ https://www.leroymerlin.es/productos/herramientas/herramientas-de-medicion/metros-y-flexometros/flexometro-enrollable-stanley-de-1-a-3-m-17728452.html?highlightedOfferCode=0e0d026f0c552de089ea4ae37fb832c3e09ab60a&&utm_medium=cpc&utm_source=google-pmax&utm_campaign=lmes_conversion_opecom-trafico_lanzamiento-verano_2024&utm_id=21234937625&utm_campaign_id=21234937625&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw0MexBhD3ARIsAEI3WHIZRXLWHjsiOmRzHElAyHbBpX24WXuyrQ5ye3LYU8P7y3wwSrgjf9UaAgK0EALw_wcB&gclid=aw.ds

^{8, 9, 10, 11} [https://www.boe.es/eli/es/res/2023/09/11/\(1\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2023/09/11/(1))

7. Limitaciones y prospectiva

A pesar de que todos los aspectos relativos al estudio están debidamente acotados en el desarrollo de este trabajo, es posible que durante su implementación aparezcan limitaciones derivadas de su propio desarrollo, y que no haya sido posible preverlas con anterioridad. Por tanto, deberán ser resueltas en el contexto de su aparición, para no comprometer la viabilidad de la investigación que se plantea. Por esta razón, en este apartado se hace una enumeración anticipada de esas posibles limitaciones, con vistas a minimizar su efecto, o corregirlas, si fuera posible.

- Duración del estudio: Este estudio se ha planteado para que tenga una duración de 8 semanas, por considerarse un tiempo suficiente para que el entrenamiento pliométrico tenga efectos beneficiosos en la mejora del rendimiento en los saltos. Sin embargo, es posible que este período de tiempo sea insuficiente para contrastar estos efectos. Una solución a esta limitación podría ser la realización de una nueva evaluación transcurridos, por ejemplo, otras 8 semanas tras la intervención. De esta manera podría realizarse una evaluación del impacto a medio plazo, y no inmediatamente después de concluir el entrenamiento. También en intervenciones futuras, podría plantearse la sistematización de este tipo de entrenamiento durante toda la temporada de preparación para las competiciones, para así valorar sus efectos beneficiosos a largo plazo.
- Limitaciones específicas de los participantes: En este sentido, puede darse el caso de que las participantes en el estudio no respeten rigurosamente el protocolo de intervención, por falta de comprensión, falta de habilidades motoras para llevar a cabo el entrenamiento, falta de motivación, o estados físicos y/o emocionales desfavorables durante el desarrollo del estudio. Como esta limitación puede conducir al abandono de algunas de las participantes que han aceptado formar parte de la investigación, lo más importante es tener previstos los límites a partir de los cuales el tamaño de la muestra deja de tener relevancia estadística. Estos porcentajes ya se han explicado en el apartado correspondiente y, la invalidez de estudio

supondría, en realidad, el abandono de una cantidad importante de gimnastas, al haberse calculado un tamaño de muestra suficiente.

- Falta de significancia estadística en los resultados: Es posible que una vez analizados los datos, no sea posible establecer evidencias científicas sobre los efectos del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento del salto, porque no existan resultados con significancia estadística suficiente. En este caso, sería conveniente redimensionar el diseño del estudio y buscar si las causas están en el tipo de intervención, en el tamaño de la muestra, en la franja de edad elegida, etc.

Por otro lado, como ya se ha anticipado en la introducción y la justificación de este estudio, la gimnasia rítmica es un deporte en el que la calidad de los saltos es muy importante en la ejecución de las gimnastas, por lo que se espera que una vez cumplimentado el entrenamiento pliométrico propuesto, este impacte de manera directa en la mejora y el desempeño de dichos saltos. Por tanto, si la intervención propuesta tiene efectos significativos en este propósito y el tamaño de la muestra elegida es estadísticamente representativo de la población en general, podrían formularse recomendaciones para que los clubes de gimnasia rítmica introdujeran, de manera habitual y sistemática, este tipo de entrenamientos, dimensionado para la edad de las gimnastas según su categoría, la cantidad de horas de entrenamiento, y cualquier otra variable que pudiera presentarse como relevante en el transcurso del estudio.

8. Referencias bibliográficas

1. Moraes LCL, Moraes E Silva M, Rinaldi IPB, Rojo JR, Gomes LDC. Gimnasia rítmica: perfil sobre la producción científica en revistas de Latinoamérica, caribe y países ibéricos. *Pensar En Mov Rev Cienc Ejerc Salud*. 17 de julio de 2019;17(2):e38382.
2. Zetaruk MN, Violan M, Zurakowski D, Mitchell Jr WA, Micheli LJ. Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite. *Apunts Sports Med*. 2006;41(151):100-6.
3. Vernetta M, Fernández E, López-Bedoya J, Gómez-Landero A, Oña A. Estudio relacional entre el perfil morfológico y estima corporal en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva; 2011
4. Ródenas LP. La puntuación de la gimnasia rítmica deportiva; 1998. *Educación Física y Deportes*, 52, 78-91
5. Agostini BR, Palomares EMDG, Andrade RDA, Andrade RDA, Uchôa FNM, Alves N. Analysis of the influence of plyometric training in improving the performance of athletes in rhythmic gymnastics. *Motricidade*. 8 de noviembre de 2017;71-80 Pages.
6. Doussoulin-Sanhueza MA. Como se fundamenta la neurorehabilitación desde el punto de vista de la neuroplasticidad. 2012.
7. Cabrejas C, Solana-Tramunt M, Morales J, Nieto A, Bofill A, Carballeira E, et al. The Effects of an Eight-Week Integrated Functional Core and Plyometric Training Program on Young Rhythmic Gymnasts' Explosive Strength. *Int J Environ Res Public Health*. 6 de enero de 2023;20(2):1041.
8. Behm DG, Young JD, Whitten JHD, Reid JC, Quigley PJ, Low J, et al. Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol*. 30 de junio de 2017;8:423.
9. Hutchinson R, Tremain L, Christiansen J, Beitzel J. Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts. 1998; *Med Sci Sports Exerc*; 30(10):1543-7.
10. Nazari S. Effect of core training on physical and technical characteristics of novice rhythmic gymnasts; 2019

11. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Monteiro MD, Pappalardo A, Piazza M, et al. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics—Gender differences. *J Sci Med Sport*. mayo de 2009;12(3):411-6.
12. Fédération internationale de gymnastique. Código de puntuación. 2020
13. Adams K, O’Shea J, O’Shea K, Climstein M. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. 1992. *Journal of Applied Sport Science Research*.
14. Malisoux L, Francaux M, Nielens H, Theisen D. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol*. marzo de 2006;100(3):771-9.
15. Michailidis Y. Effect of plyometric training on athletic performance in preadolescent soccer players. *J Hum Sport Exerc* [Internet]. 2015 [citado 25 de marzo de 2024];10(1). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/50538>
16. Marina M, Jemni M. Plyometric Training Performance in Elite-Oriented Prepubertal Female Gymnasts. *J Strength Cond Res*. abril de 2014;28(4):1015-25.
17. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric Training in Female Athletes: Decreased Impact Forces and Increased Hamstring Torques. *Am J Sports Med*. noviembre de 1996;24(6):765-73.
18. Hewett TE. Neuromuscular and Hormonal Factors Associated With Knee Injuries in Female Athletes: Strategies for Intervention. *Sports Med*. 2000;29(5):313-27.
19. Faigenbaum AD, Myer GD, Farrell A, Radler T, Fabiano M, Kang J, et al. Integrative Neuromuscular Training and Sex-Specific Fitness Performance in 7-Year-Old Children: An Exploratory Investigation. *J Athl Train*. 1 de marzo de 2014;49(2):145-53.
20. Lloyd RS, Oliver JL. The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development; 2012. *Strength Cond J*.
21. Talukdar K, Harrison C, McGuigan M, Borotkanics R. The Effects of Vertical vs. Horizontal plyometric Training on Sprinting Kinetics in Post Peak Height Female Student Athletes. *Int J Strength*

Cond [Internet]. 10 de enero de 2022 [citado 25 de marzo de 2024];2(1). Disponible en: <https://journal.iusca.org/index.php/Journal/article/view/89>

22. Arse D, Casaran YE, Vergara S, Solís A. Fases sensibles: deporte y edad; 2017

23. Nakagawa S, Cuthill IC. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Rev Camb Philos Soc.* noviembre de 2007;82(4):591-605.

24. Ellis PD. *The Essential Guide to Effect Sizes: Statistical Power, Meta-Analysis, and the Interpretation of Research Results* [Internet]. 1.ª ed. Cambridge University Press; 2010 [citado 15 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9780511761676/type/book>

25. Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics.* 2010.

26. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. *Designing clinical research.* 4th edition. Philadelphia Baltimore New York London Buenos Aires Hong Kong Sydney Tokyo: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2013. 367 p.

27. Kwaan M, Melton G. Evidence-Based Medicine in Surgical Education. *Clin Colon Rectal Surg.* 4 de septiembre de 2012;25(03):151-5.

28. *A Concrete Introduction to Real Analysis, Second Edition* [Internet]. Chapman and Hall/CRC; 2017 [citado 15 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315152721>

29. Sala M, Domingo L. Validez de un estudio: validez interna y externa. *Cir Esp.* octubre de 2022;100(10):649-51.

30. Tejedor FJ. Validez interna y externa en los diseños experimentales. *Rev Esp Pedagog* [Internet]. 17 de noviembre de 2023 [citado 1 de mayo de 2024];39(151). Disponible en: <https://www.revistadepedagogia.org/rep/vol39/iss151/10>

31. Villa J, Garcia-Lopez J. Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales 2005; <http://www.rendimientodeportivo.com/N006/artic029.htm>.

32. Ugalde V, Kenyon L, Pollard CD. Single leg squat test as a clinical tool to predict lower extremity injuries in adolescent athletes. *Med Clin Res* [Internet]. 20 de junio de 2023 [citado 25 de

marzo de 2024];8(7). Disponible en: <https://www.medclinrese.org/open-access/single-leg-squat-test-as-a-clinical-tool-to-predict-lower-extremity-injuries-in-adolescent-athletes.pdf>

33. Chronojump. Chronojump-catalago-2020 <https://chronojump.org/wp-content/uploads/2020/07/Chronojump-catalago-2020.pdf>.

34. Jamovi - open statistical software for the desktop and cloud [Internet]. [citado 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.jamovi.org/>

35. CSD - Consejo Superior de Deportes [Internet]. [citado 29 de abril de 2024]. Manuales de Buenas Prácticas y de Seguridad. Disponible en: <https://www.csd.gob.es/es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/seguridadaccesibilidad/manuales-de-buenas-practicas-y-de-seguridad>

9. Anexos

Anexo I. Invitación a los clubes a participar en el estudio



Centre universitari adscrit a la



INVITACIÓN A PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN:

Efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en saltos específicos de gimnasia rítmica

Estimado/a Director/a del Club,

Es un placer dirigirme a usted en nombre del equipo de investigación de Tecno Campus (Universidad Pompeu Fabra). Nos complace invitar a vuestro club a participar en un estudio de investigación que explorará el efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica.

Objetivo principal del estudio: Implementar un programa de ejercicios pliométricos enfocados a la mejora del rendimiento de los saltos específicos de gimnasia rítmica en gimnastas de nivel Base y Absoluto, entre 13 y 17 años.

Beneficios de participación: La participación en el estudio, conllevará los siguientes beneficios para las gimnastas:

- **Acceso a un programa de entrenamiento planificado y especializado:** Las participantes recibirán un entrenamiento pliométrico diseñado por profesionales en el campo de la gimnasia rítmica, lo que puede contribuir al desarrollo técnico y físico de las gimnastas.
- **Contribución al conocimiento científico:** La participación en este estudio permitirá contribuir al avance de la investigación en gimnasia rítmica, ayudando así a mejorar la práctica y técnica en el deporte.

Procedimiento de participación:

Una vez confirmada la participación en el estudio mediante la firma de este documento, el procedimiento para iniciar el estudio será el siguiente:

- **Reunión Informativa para los entrenadores/as:** Se llevará a cabo una reunión informativa previa para los entrenadores, quienes serán los/las responsables de realizar el entrenamiento pliométrico. En dicha reunión, se explicará detalladamente el abordaje del entrenamiento con todas las características pertinentes. Se proporcionará un documento con los ejercicios, las progresiones, la frecuencia, la duración e imágenes representativas. También se proporcionará un vídeo con los ejercicios por bloques para facilitar la comprensión de los ejercicios.
- **Selección de participantes:** Se informará a cada gimnasta y a su familia de la participación en el estudio después del proceso de selección de aquellas que cumplan los criterios de inclusión.
- **Valoración inicial:** Se realizará una valoración inicial en las instalaciones de cada club deportivo, en la cual un profesional en el ámbito realizará varias pruebas a las gimnastas incluidas en el estudio para extraer datos previos al entrenamiento.
- **Entrenamiento:** El programa de entrenamiento tiene una duración de 8 semanas, constando de dos bloques de entrenamiento. El primer bloque se aplica las primeras 4 semanas y el segundo bloque las 4 semanas restantes. Una vez finalizado el segundo bloque se realizará una valoración intermedia y al finalizar el segundo bloque se realizará la valoración final del estudio. La frecuencia del entrenamiento es de 2 veces por semana y con una duración aproximada de 30 minutos.
- **Seguimiento y retroalimentación:** Se mantendrá contacto con los/las entrenadores/as para un seguimiento del estudio, así como cualquier inconveniente o necesidad que pueda surgir.

Confidencialidad y ética: El equipo de investigación seguirá en todo momento todas las pautas éticas y de confidencialidad durante el estudio. Los datos recopilados se utilizarán únicamente para fines de investigación y se mantendrá una estricta confidencialidad.

Contacto: Para más detalles o información, podéis poneros en contacto con el equipo investigador a través del mail agomezd@edu.tecnocampus.cat.

Confirmación de la participación en el estudio:

Firma del representante del club deportivo de gimnasia rítmica

Anexo II. Documento de información a las participantes en el estudio



Centre universitari adscrit a la



INFORMACIÓN A LAS PARTICIPANTES

Bienvenida al estudio titulado “Efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica”. Agradecemos tu participación en este proyecto que busca contribuir al avance científico de esta disciplina deportiva para influir positivamente en el desempeño de los/las gimnastas.

Objetivo del estudio: implementar un programa de ejercicios pliométricos enfocados a la mejora del rendimiento de los saltos específicos de gimnasia rítmica en gimnastas de nivel Base y Absoluto, entre 13 y 17 años.

Duración del estudio: El estudio se llevará a cabo durante un período de 8 semanas. Durante este tiempo, participarás en dos bloques de entrenamiento con progresiones diseñadas para mejorar tu técnica y rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica.

Procedimiento: Antes de comenzar el programa de entrenamiento, se realizará una evaluación inicial con varias pruebas de saltos. Esta valoración se repetirá pasadas las 4 primeras semanas de entrenamiento y al finalizar el entrenamiento después de la 8ª semana.

El entrenamiento ha sido específicamente diseñado para mejorar las habilidades de salto. Estas sesiones incluirán ejercicios pliométricos y técnicas específicas de gimnasia rítmica.

Beneficios: Al participar en este estudio y completar el programa de entrenamiento pliométrico, podrías experimentar una mejora en la técnica de los saltos específicos a trabajar (corza, corzas en serie y zancada) así como un aumento en la altura y la potencia de tus saltos.

Lugar de realización: Todas las valoraciones y sesiones de entrenamiento se llevarán a cabo en las instalaciones deportivas designadas para este estudio. Estas instalaciones están equipadas adecuadamente para realizar las evaluaciones y ofrecer un entorno seguro y adecuado para el entrenamiento.

Confidencialidad: Toda la información recopilada durante el estudio se tratará de forma confidencial. Los resultados serán utilizados únicamente con fines de investigación y se mantendrá tu anonimato en todo momento.

Contacto: Si tienes alguna pregunta o inquietud sobre el estudio, no dudes en ponerte en contacto con el equipo a cargo al email agomezd@edu.tecnocampus.cat.

Después del proceso de aleatorización, se te ha asignado el grupo CONTROL / EXPERIMENTAL.

Anexo III. Documento de información sobre el tratamiento de datos



Centre universitari adscrit a la



INFORMACIÓN SOBRE EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS RECOGIDOS EN EL ESTUDIO

Título del Estudio: Estudio del efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica

Investigador/a Principal: Amaya Gómez Díaz

El procedimiento elegido para el tratamiento de los datos recogidos en este estudio es el contemplado por la Ley Orgánica 03/2018, de 5 de diciembre, y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos ("Reglamento General de Protección de Datos" o "RGPD"), plenamente aplicable desde el 25 de mayo de 2018. La investigadora principal conservará los datos proporcionados de acuerdo con los plazos establecidos por la legislación vigente.

Usted es responsable de la veracidad y corrección de los datos que nos entrega y tiene la facultad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad y oposición de sus datos, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa en esta materia. Sus datos serán recogidos en una base de datos específicamente diseñada para el estudio. Solo el investigador principal tendrá acceso a estos datos.

Para ejercer sus derechos, puede dirigirse por escrito al investigador principal por correo electrónico (agomezd@edu.tecnocampus.cat). Asimismo, se le informa de su derecho, en caso de no estar de acuerdo con el tratamiento de los datos realizado en este estudio, o por considerar vulnerados sus derechos, a presentar una reclamación ante la Autoridad Catalana de Protección de Datos o ante la Agencia Española de Protección de Datos.

Se le informará oportunamente sobre los resultados y datos obtenidos derivados de este estudio. Si necesita más información sobre este estudio, puede ponerse en contacto con la investigadora principal.

Firma del padre/madre/tutor legal _____ Fecha: _____

Firma del Investigador _____ Fecha: _____

Este documento se firmará por duplicado

Anexo IV. Consentimiento informado



Centre universitari adscrit a la



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del Estudio: Estudio del efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica

Investigador/a Principal: Amaya Gómez Díaz

Objetivo principal: El objetivo principal de este trabajo es proporcionar una planificación de ejercicios pliométricos enfocados a la mejora del rendimiento de los saltos específicos de gimnasia rítmica en gimnastas de nivel base y absoluto entre 14 y 16 años.

Metodología:

1. Los participantes serán asignados aleatoriamente a un grupo de control o un grupo experimental que realizará un entrenamiento pliométrico.
2. El grupo de entrenamiento pliométrico seguirá un programa específico con una duración de 8 semanas y una frecuencia de 2 veces por semana.
3. Previamente a la intervención y una vez cumplimentado el programa de entrenamiento se llevarán a cabo pruebas para evaluar los efectos del entrenamiento realizado.
4. La información recopilada se utilizará únicamente con fines de investigación y será tratada de manera confidencial.

Beneficios Anticipados: Los participantes pueden experimentar mejoras en su rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica como resultado del entrenamiento pliométrico. Además, contribuirán al avance del conocimiento en el ámbito de la mejora del rendimiento en gimnasia rítmica.

Riesgos: El entrenamiento pliométrico se considera seguro, por tanto, no se anticipa ningún tipo de riesgo asociado a su realización.

Confidencialidad: La información recopilada durante el estudio se mantendrá estrictamente confidencial. Los datos se utilizarán exclusivamente con fines de investigación y no se compartirán con terceros sin el consentimiento expreso del participante, a menos que lo exija la ley.

Participación Voluntaria: La participación en este estudio es completamente voluntaria. Los participantes pueden retirarse en cualquier momento.

Consentimiento: Al firmar este documento, manifiesto que he leído y comprendido la información proporcionada sobre el estudio. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Acepto la participación de mi hija voluntariamente en este estudio y doy mi consentimiento para la recopilación y el uso de sus datos con fines de investigación.

Firma del padre/madre/tutor legal _____ Fecha: _____

Firma del Investigador _____ Fecha: _____

Este documento se firmará por duplicado

Anexo V. Hoja de renuncia del participante



Centre universitari adscrit a la



FORMULARIO DE RENUNCIA DE PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN

Título del Estudio: Estudio del efecto del entrenamiento pliométrico en la mejora del rendimiento en los saltos específicos de gimnasia rítmica

Investigador/a Principal: Amaya Gómez Díaz

Institución: TecnoCampus

Fecha de Renuncia: _____

Motivo de la Renuncia: _____

Información del participante:

- **Nombre completo del participante:** _____
- **Fecha de nacimiento:** _____
- **Dirección:** _____
- **Número de teléfono:** _____
- **Correo electrónico:** _____

Declaración de Renuncia:

Yo, _____, por la presente, renuncio voluntariamente a mi participación en el estudio de investigación. Esta decisión está tomada en base al motivo indicado anteriormente y entiendo que no afectará de ninguna manera mi entrenamiento habitual.

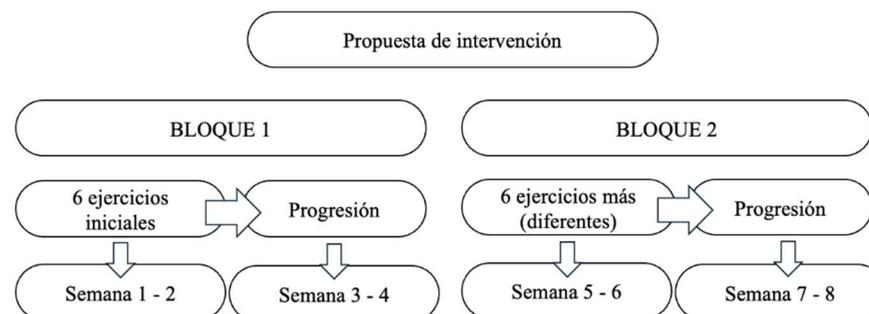
Al mismo tiempo, mi renuncia supone la suspensión de la recogida de datos adicionales sobre mí y que los datos recopilados anteriormente seguirán siendo utilizados de acuerdo con los términos de consentimiento informado que he firmado previamente.

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

Anexo VI. Propuesta de intervención

La propuesta de intervención se sustenta en un programa planificado y estructurado de ejercicios pliométricos, en los cuales se incluyen ejercicios más generales para la mejora del salto vertical y ejercicios más específicos para mejorar la altura de los saltos de gimnasia rítmica. Los saltos específicos a trabajar serán la corza, las corzas en series y la zancada. En el siguiente esquema se puede observar la organización de la propuesta de intervención a lo largo de las 8 semanas.



MATERIAL: cajón/banco de 50 cm de altura, varios *steps* o superficies de 30 cm de altura.

CARACTERÍSTICAS DEL ENTRENAMIENTO:

- Duración: 8 semanas
- Frecuencia: 2 veces por semana
- Series de cada ejercicio en cada entrenamiento: 2
- Repeticiones: Indicadas en cada ejercicio

BLOQUE 1 – SEMANA 1 Y 2

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	Salto vertical al cajón	<p>Gimnasta colocada frente al banco/cajón de 50cm. Pies separados al ancho de los hombros.</p> <p>Ligera flexión de rodillas para realizar el impulso vertical. El movimiento de los brazos acompaña y ayuda al ascenso. Se alcanza la altura máxima y se aterriza suavemente con ambos pies en el centro del banco, absorbiendo el impacto con rodillas flexionadas.</p> <p align="center">Repeticiones: 12</p>	
2	Drop Jump bilateral	<p>Des de un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con ambas piernas, semiflexionado las rodillas para absorber el impacto, e inmediatamente después realizar un salto vertical lo más alto posible.</p> <p align="center">Repeticiones: 12</p>	
3	Lunge con salto Pasé	<p>Posición de lunge con ambas rodillas a 90 grados de flexión y columna alineada con la pierna posterior.</p> <p>Pierna posterior se anterioriza buscando la forma del “pasé” mientras se extiende la rodilla anterior y se realiza el salto en “pasé” lo más alto posible, con recepción unilateral y seguidamente “relevé”.</p> <p align="center">Repeticiones: 8 por extremidad.</p>	

4	<p>Assamblé corza alternando piernas</p>	<p>La gimnasta inicia el <i>assamblé</i> con la pierna derecha, y seguidamente asciende a la corza. La pierna posterior de la corza (la izquierda), pasará hacia anterior siendo esta misma la que la realiza el <i>assamblé</i> de la siguiente corza. Flexión máxima de la rodilla anterior y extensión máxima de la rodilla posterior durante la corza.</p> <p>Repeticiones: 8 saltos por extremidad (4 corzas seguidas y una pausa. Esto se realiza 4 veces).</p>	
5	<p>Zancadas seguidas</p>	<p>La gimnasta podrá impulsarse con un “doble paso” previo (gesto habitual antes de realizar los saltos de gimnasia rítmica). Seguidamente ascenderá a la zancada, recepcionando con la pierna anterior, realizando un paso con la pierna posterior para enlazar los saltos y rápidamente volver a ascender a la zancada. Todas las zancadas se realizan con la misma pierna durante el ejercicio.</p> <p>Repeticiones: 8 saltos por extremidad (se realizarán 4 zancadas seguidas y una pausa. Esto se realiza 4 veces).</p>	
6	<p>Tres saltos bipodales superando steps</p>	<p>Gimnasta colocada frente a una serie de tres <i>steps</i>. Deberá realizar una semiflexión de rodillas con los pies juntos y ascender verticalmente y hacia delante para superar el step. La recepción del salto se realiza de forma bipodal y rápidamente se enlaza con el siguiente salto.</p> <p>Repeticiones: 12 saltos, se realizan 4 saltos y una pausa. Esto se realiza 3 veces.</p>	
<p>BLOQUE 1 – SEMANA 3 Y 4 (Progresiones de los anteriores)</p>			

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	Assamblé con salto al cajón	<p>Gimnasta en bipedestación frente al cajón de 50 cm. Ejecución del <i>assamblé</i>, aprovechando la recepción del salto de forma bipodal para ejecutar el movimiento explosivo vertical.</p> <p>Se alcanza la altura máxima y se aterriza suavemente con ambos pies en el centro del banco, absorbiendo el impacto con rodillas flexionadas.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 <i>assamblés</i> por extremidad). Series: 2</p>	
2	Drop Jump con recepción unipodal + salto unipodal	<p>Desde un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con la misma pierna que ha iniciado el movimiento, semiflexionado las rodilla para absorber el impacto, e inmediatamente después realizar un salto vertical lo más alto posible recepcionando de forma unilateral.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada extremidad).</p>	
3	Lunge + Assamblé + Salto vertical	<p>Se inicia en posición de lunge, con ambas rodillas a 90 grados de flexión y columna alineada con la pierna posterior.</p> <p>Pierna posterior se anterioriza buscando el movimiento de <i>assamblé</i> lo más alto posible, con recepción bilateral seguido de un salto vertical recepcionando en relevé.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada extremidad).</p>	

4	<p>Assamblé superando un step + corzas alternando piernas</p>	<p>La gimnasta inicia el <i>assamblé</i> con la pierna derecha superando un <i>step</i>, y seguidamente asciende a la corza. La pierna posterior de la corza (la izquierda), pasará hacia anterior siendo esta misma la que la realiza el <i>assamblé</i> de la siguiente corza (superando nuevamente un <i>step</i>). Flexión máxima de la rodilla anterior y extensión máxima de la rodilla posterior durante la corza.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 con cada extremidad). Cada repetición se realizan 2 corzas.</p>	
5	<p>Zancadas seguidas superando steps</p>	<p>La gimnasta podrá impulsarse con un “doble paso” previo (gesto habitual antes de realizar los saltos de gimnasia rítmica). Seguidamente ascenderá a la zancada sobrepasando el <i>step</i>, recepcionándola con la pierna anterior. La pierna posterior realiza un paso para enlazar los saltos y rápidamente volver a ascender a la zancada.</p> <p>Repeticiones: 12 (6 con cada extremidad). Cada repetición se realizan 3 zancadas seguidas.</p>	
6	<p>Tres saltos unipodales superando steps</p>	<p>Gimnasta colocada frente a una serie de tres <i>steps</i>. Deberá realizar una semiflexión de rodilla y ascender verticalmente y hacia delante para superar el <i>step</i>. La recepción del salto es unilateral y se enlaza con el siguiente salto anteriorizando la otra extremidad, recepcionando también de forma unilateral.</p> <p>Repeticiones: 12 (cada repetición consta de 3 saltos, se realiza el ejercicio 4 veces, alternando la pierna que inicia el ejercicio)</p>	

CORRECCIONES GENERALES A TENER EN CUENTA EN TODOS LOS EJERCICIOS:

- Control del valgo de rodillas, al ascenso y al aterrizaje.

- Alineación de la columna vertebral durante todo el movimiento, evitar anteriorizaciones y posteriorizaciones excesivas.
- Aterrizaje controlado y recepción con suave.
- Enfocarse principalmente en la máxima altura del salto y no únicamente en la máxima amplitud de movimiento.

BLOQUE 2 – SEMANA 5 Y 6

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	Drop Jump con recepción unipodal + zancada	<p>Des de un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con la misma pierna que ha iniciado el movimiento, semiflexionado la rodilla para absorber el impacto, e inmediatamente después iniciar el ascenso a zancada con la pierna contralateral.</p> <p>Repeticiones: 12 (6 recepciones con cada extremidad)</p>	
2	Drop Jump recepcionando con assablé corza + salto sobre step con recepción unipodal	<p>Des de un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con ambas piernas, realizando el gesto de <i>assablé</i>, semiflexionado las rodillas para absorber el impacto, e inmediatamente después realizar la forma de corza. La pierna anterior recepciona el salto y rápidamente se vuelve a saltar recepcionando de forma unilateral y controlada sobre un <i>step</i>.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	
3		<p>Se inicia en posición de lunge, con ambas rodillas a 90 grados de flexión y columna alineada con la pierna posterior.</p>	

	<p>Lunge + corzas en serie</p>	<p>Pierna posterior se anterioriza buscando la flexión de cadera y rodilla lo más alto posible, mientras que la pierna posterior durante su extensión busca la horizontalidad.</p> <p>El salto se recepciona de forma unipodal con la pierna anterior, y seguidamente la pierna posterior se anterioriza flexionando la rodilla y la cadera para buscar nuevamente la posición de corza.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 lunge con cada pierna)</p>	
4	<p>Saltar de un lado al otro de un banco con recepción unipodal</p>	<p>Gimnasta colocada delante del banco de 50cm en bipedestación. Con una ligera semiflexión de rodillas, se inicia el despegue del salto buscando la máxima altura y llevando la fuerza hacia delante para superar el <i>step</i>, y seguidamente recepcionar amortiguando la caída de forma unilateral.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada extremidad)</p>	
5	<p>Salto unipodal pasando dos steps y el tercer step se pasa con un <i>assamblé</i> corza</p>	<p>Gimnasta colocada delante de dos <i>steps</i> separados a poca distancia. La gimnasta inicia un salto unilateral semiflexionando ligeramente la rodilla, para superar el primer <i>step</i>, recepcionando con la misma pierna entre los dos <i>steps</i>, aprovechando la absorción de energía para iniciar el siguiente salto unilateral con la otra extremidad, y seguidamente, realizar un <i>assamblé</i> corza.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada extremidad)</p>	

6	Assamblé des de sedestación con recepción bipodal + salto por encima de un step con recepción unipodal.	<p>Gimnasta inicia el ejercicio en sedestación en una silla. La pierna que realizará el <i>assamblé</i> se encuentra completamente extendida. La pierna contralateral se encuentra flexionada a 90 grados. La pierna flexionada realizará un primer apoyo, mientras que la que se encuentra extendida realizará un <i>assamblé</i>. Seguidamente se realizará un salto bilateral con recepción unilateral recepcionando el step.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada extremidad)</p>	
---	--	--	---

BLOQUE 2 – SEMANA 7 Y 8 (Progresiones de los anteriores)			
	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	Drop Jump con recepción unipodal + salto step unipodal + zancada	<p>Desde un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante anteriorizando una de las piernas. La recepción se realiza unilateral, e inmediatamente la otra extremidad se anterioriza flexionando la cadera y extendiendo la rodilla para buscar la forma de la zancada, mientras que la pierna posterior asciende a 180 grados de extensión de cadera.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	
2	Drop Jump recepcionando con corza en serie	<p>Desde un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con la misma pierna que ha iniciado el movimiento, semiflexionando la rodilla para absorber el impacto, e inmediatamente después anteriorizar la pierna posterior buscando la posición de corza. Esta primera se recepciona con la pierna anterior, repitiendo el gesto para la segunda corza.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	

3	<p>Lunge + Zancada</p>	<p>Se inicia en posición de lunge, con ambas rodillas a 90 grados de flexión y columna alineada con la pierna posterior. Pierna posterior se anterioriza flexionando la cadera y la rodilla. Se inicia el despegue con la pierna posterior buscando la máxima amplitud en el momento más alto del salto. Se recepciona en relevé.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	
4	<p>Saltar banco con recepción unipodal + zancada</p>	<p>La gimnasta inicia el ejercicio de forma bipodal, recepcionando de forma unipodal al superar el banco/step. La pierna posterior se anterioriza buscando la flexión de cadera y extensión de rodilla, mientras que la pierna posterior impulsa el salto buscando la máxima amplitud y altura de salto de la zancada. Se recepciona de forma unipodal con la pierna anterior.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	
5	<p>Drop Jump con recepción unipodal + salto step unipodal + segundo step con assamblé corza.</p>	<p>Desde un banco de 50cm de altura, la gimnasta se deja caer hacia delante adelantando una de las piernas. La recepción se realiza con la misma pierna que ha iniciado el movimiento, semiflexionando la rodilla para absorber el impacto, e inmediatamente después realizar un salto hacia adelante superando un primer step con recepción unipodal. Se salta un segundo step con la otra pierna sin detener el movimiento y un tercer step realizando el gesto de <i>assamblé</i> (recepción bipodal) con corza.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	

6	<p>Sedestación en una silla. Salto con recepción bipodal + salto al cajón de 50cm</p>	<p>Gimnasta colocada en sedestación con extensión de la rodilla que iniciará el movimiento de <i>assamblé</i>. Se comienza el gesto recepcionando de forma bipodal y seguidamente se realiza un salto vertical al cajón.</p> <p>Repeticiones: 12 (realizando 6 recepciones con cada pierna)</p>	
<p>CORRECCIONES GENERALES A TENER EN CUENTA EN TODOS LOS EJERCICIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control del valgo de rodillas, al ascenso y al aterrizaje. - Alineación de la columna vertebral durante todo el movimiento, evitar anteriorizaciones y posteriorizaciones excesivas. - Aterrizaje controlado y recepción suave. - Enfoque principalmente en la máxima altura del salto y no únicamente en la máxima amplitud de movimiento. 			