



Centre universitari adscrit a la



Universidad Tecnocampus Mataró-Maresme

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Proyecto de investigación en la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto

Alumno: Alex Villarejo Barberá

Director: Jordi Sánchez Grau

Trabajo Fin de Grado – 5º curso

Curso académico 2022-2023

Cornellá de Llobregat, 15/05/2023

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a Jordi, mi director de trabajo de final de grado, por guiarme, aconsejarme y sobre todo ayudarme a superar el último escalón de este ciclo.

A mi familia, por la paciencia y comprensión que han tenido en los momentos no tan buenos y por ser un apoyo incondicional.

A mis amigos por haber compartido tiempo juntos en los que han sido capaces de sacarme una sonrisa. Agradecer en especial a mi amiga Aina por haberme ayudado con la realización de todas las fotografías.

A David, Adrià, Álvaro, Iván y Carlos por haber compartido con ellos desde el principio hasta el final esta bonita etapa de 5 años.

Y a mis compañeros de equipo por haberme hecho desconectar cuando más lo necesitaba.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	5
SUMMARY AND KEY WORDS	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	9
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	10
4. METODOLOGÍA.....	11
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	11
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	12
4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO	13
4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTO.....	13
4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	17
4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	25
5. CRONOGRAMA.....	26
6. PRESUPUESTO	27
7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	28
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
9. ANEXOS	31
9.1. ANEXO 1.....	31
9.2. ANEXO 2.....	34
9.3. ANEXO 3.....	36

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1: Calendario de las 8 semanas de entrenamiento	12
Tabla 2: Tabla de mediciones para los diferentes test de salto	16
Tabla 4: Ejercicios para la activación metabólica	18
Tabla 5: Estiramientos dinámicos.....	19
Tabla 6: Ejercicios propioceptivos y preventivos.....	21
Tabla 7: Entrenamiento grupo A	22
Tabla 8: Entrenamiento grupo B.....	23
Tabla 9: Entrenamiento grupo C o grupo control	24
Tabla 10: Cronograma del proyecto de investigación	26
Tabla 11: Presupuesto del proyecto de investigación	27
Tabla 4: Ejercicios para el calentamiento con foam roller.....	31

FIGURAS

Figura 1: Countermovement Jump	14
Figura 2: Squat Jump.....	14
Figura 3: Abalakov Jump	15

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El baloncesto es un deporte de equipo intermitente caracterizado por acciones cortas y de alta intensidad como pueden ser las aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección o salto. Este último mencionado es sumamente importante ya que se ha demostrado que durante un partido se llegan a reproducir una gran cantidad de saltos, como puede ser en un tiro, el punteo de un tiro, la lucha por un rebote o la intercepción de un pase, entre otros.

El presente proyecto de investigación pretende analizar las ganancias de capacidad de salto vertical que se puedan producir en un programa de entrenamiento de 8 semanas de duración, analizando dos tipos de ejercicios pliométricos: ejercicios en contra movimiento y ejercicios sin contra movimiento. Además, se añadirán ejercicios preventivos de tobillo y rodilla para ver qué efecto tienen. Este estudio está diseñado para jugadores jóvenes y que practiquen baloncesto, a nivel amateur o incluso profesional.

En esta intervención se realizará un estudio controlado aleatorizado donde cada sujeto será asignado a uno de los tres grupos de manera aleatoria (grupo A: ejercicios en contra movimiento; grupo B: ejercicios sin contra movimiento; y grupo C o grupo control). Para analizar los resultados obtenidos durante las 8 semanas de intervención, se realizarán tres controles o test de salto distribuidos al principio, a mitad y al final de dicha investigación. Al final del estudio, se compararán los datos obtenidos en las tres valoraciones para comparar y discutir sobre el efecto de la intervención.

Palabras clave: baloncesto, salto vertical, pliometría, ejercicio preventivo.

SUMMARY AND KEY WORDS

Basketball is an intermittent team sport characterized by short, high-intensity actions such as accelerations, decelerations, changes of direction, and jumping. The latter is extremely important since it has been shown that during a game a large number of jumps are reproduced, such as in a shot, blocking a shot, fighting for a rebound, or intercepting a pass, among others.

The present research project aims to analyze the gains in vertical jump capacity that can be produced in an 8-week training program, analyzing two types of plyometric exercises: counter-movement exercises and non-counter-movement exercises. In addition, ankle and knee preventive exercises will be added to see what effect they have. This study is designed for young basketball players, whether at a professional or amateur level.

In this intervention, a randomized controlled study will be conducted where each subject will be assigned to one of three groups randomly (group A: counter-movement exercises; group B: non-counter-movement exercises; and group C or control group). To analyze the results obtained during the 8 weeks of intervention, three jump tests will be performed at the beginning, middle, and end of the investigation. At the end of the study, the data obtained in the three assessments will be compared and discussed regarding the effect of the intervention.

Key words: basketball, vertical jump, plyometrics, preventive exercise.

1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto es un deporte de equipo intermitente caracterizado por la reproducción de acciones cortas y de alta intensidad como aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección o saltos (Yáñez-García, Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio & González-Badillo, 2019). Si un jugador no mantiene una buena preparación física enfocada en estas cualidades mencionadas, su rendimiento se verá afectado y disminuirá su nivel de juego en pista (Ciacci & Bartolomei, 2018).

Muchos son los autores que sugieren que el salto vertical es la habilidad física más importante en jugadores de baloncesto (Ciacci & Bartolomei, 2018; McLellan, Lovell & Gass, 2011; Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García & González-Badillo, 2017; Ziv & Lidor, 2010). Se ha observado que durante un partido de baloncesto de alto nivel se realizan 1050 ± 51 movimientos (Ziv & Lidor, 2010), de los cuáles 46 ± 12 son saltos verticales, registrando una media de un salto cada 52 segundos de juego (San Román-Quintana, Calleja-González, Castellano-Paulis, Casamichana-Gómez, 2010). Es por ello por lo que el trabajo físico fuera de la pista se ha ido enfocando en los últimos años a mejorar estas cualidades físicas y, de manera más regular, se ha ido incorporando el entrenamiento pliométrico (Ruffieux, Wälchli, Kim & Taube, 2020). Esto es debido a su alta traducibilidad a escenarios de juego reales durante un partido como pueden ser la defensa, el lanzamiento o la captura de un rebote (Ramírez-Campillo, García-Hermoso, Moran, Chaabene, Negra & Scanlan 2022). De este modo, las exigencias de este deporte requieren que los jugadores realicen no sólo una gran cantidad de saltos, sino también que los realicen en un entorno exigente y competitivo para poder superar a su contrincante (Ziv & Lidor, 2010).

El entrenamiento pliométrico implica ejercicios con cargas bajas pero reproducidos a alta intensidad y de manera explosiva, como así lo requiere el mismo deporte. El principal objetivo de este entrenamiento es el de aumentar la producción de fuerza muscular con el tiempo, de forma que, a mayor producción de fuerza en acciones más cortas, aumentará significativamente la aceleración vertical y, por consiguiente, el salto vertical (Ziv & Lidor, 2010). Para que esto sea posible la pliometría aprovecha el ciclo de estiramiento-acortamiento muscular, un proceso que consiste en una fase excéntrica o de estiramiento del músculo seguida de una fase concéntrica o de acortamiento de este, consiguiendo así una producción de fuerza total. Cuanto menor sea la duración de cada fase, mayor será el desarrollo de la potencia de los músculos ejercitados (Ramachandran & Pradhan, 2014). Son varios autores los que confirman que los ejercicios que utilizan el estiramiento-acortamiento muscular son más efectivos para mejorar aspectos físicos como saltar, esprintar o cambiar de dirección que aquellos que no lo involucran (Ramachandran & Pradhan, 2014; Ramírez-Campillo et al., 2022; Ziv & Lidor, 2010).

No obstante, también debemos tener en cuenta el entrenamiento propioceptivo, más específicamente aquellos ejercicios preventivos útiles para tobillos y rodillas, ya que son las articulaciones más propensas a lesionarse debido al alto impacto sufrido durante esta acción (Riva, Bianchi, Rocca & Mamo, 2016)

Sin embargo, no se ha encontrado evidencia científica que relacione el entrenamiento pliométrico y el trabajo de prevención de lesiones para la mejora del salto vertical en jugadores de baloncesto jóvenes. Por otro lado, tampoco se ha encontrado evidencia científica que compare este entrenamiento en diferentes edades o categorías de formación.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Parte de la literatura apunta que durante el proceso de maduración ocurren varios cambios físicos como pueden ser los corporales, de composición o de capacidades funcionales, todos ellos relacionados a tener un papel importante en la capacidad de adaptarse a un estímulo de entrenamiento (Yáñez-García et al., 2019). Por lo tanto, debido a las diferencias físicas y en el desarrollo fisiológico entre los jóvenes de diferentes edades de madurez, es probable que puedan adaptarse de manera diferente a un estímulo de entrenamiento.

Centrándonos en la literatura existente, podemos comprobar que se han realizado protocolos de entrenamiento basados en ejercicios como el *Countermovement Jump (CMJ)* y *Squat Jump (SJ)* en deportistas de alto nivel y de una edad más elevada (Ziv & Lidor, 2010). También existe un meta análisis que investiga los efectos del entrenamiento pliométrico en jugadores de baloncesto, centrándose en las aptitudes físicas del deporte y sin tener en cuenta la edad de los participantes (Ramirez-Campillo et al., 2022). Por otro lado, Ciacci & Bartolomei (2018) comparan dos entrenamientos explosivos para mejorar el salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto, sin analizar en el estudio el efecto de la inclusión de ejercicios preventivos para extremidades inferiores.

Puesto que la gran mayoría de referencias bibliográficas encontradas a cerca de este tema están enfocadas en protocolos de investigación complejos o difíciles de llevar por una persona, club o entidad con pocos recursos y, dada la cierta limitación ante artículos científicos existentes acerca de la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes y que no sean profesionales, se ha presentado el interesante reto de averiguar qué tipo de entrenamiento es el más adecuado para la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto y, de otra manera, intentar aportar y ayudar a la comunidad del baloncesto a realizar una mejor preparación física orientada a estas cualidades físicas.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis:

1. El entrenamiento de salto enfocado en la pliometría y en ejercicios preventivos de tren inferior en jugadores de baloncesto jóvenes ayuda a mejorar las capacidades específicas del deporte y, en específico, el salto vertical, siendo más beneficioso el entrenamiento con CMJ.

Objetivo:

1. Proponer un proyecto de investigación en el que poder analizar las ganancias de capacidad de salto que se puedan producir en un entrenamiento de 8 semanas con ejercicios en contra movimiento y sin contra movimiento en jugadores de baloncesto jóvenes.

Objetivos específicos/secundarios:

1. Abordar una investigación en la que se pueda determinar la influencia que tiene el entrenamiento pliométrico sobre el riesgo de lesiones de rodilla y tobillo.
2. Examinar la influencia del entrenamiento pliométrico en la velocidad, agilidad y cambio de ritmo.
3. Conocer las capacidades condicionales y las demandas físicas del baloncesto.

4. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se llevará a cabo un ensayo controlado aleatorizado con una duración de 8 semanas, donde se comprobarán y se compararán los efectos de dos protocolos diferentes de salto vertical y sus influencias en este. Además, también existirá un grupo control que ayudará a analizar si estos protocolos tienen efecto. Los protocolos serán los siguientes:

- Entrenamiento A: consistirá en realizar una serie de saltos en contra movimiento o CMJ, añadiendo ejercicios de coordinación y habilidad de las extremidades inferiores como son ejercicios de escaleras de coordinación.
- Entrenamiento B: consistirá en realizar una serie de saltos con sentadilla o SJ, agregando ejercicios de resistencia con cuerda de salto.
- Entrenamiento C o grupo control: consistirá en realizar un programa de entrenamiento de tren inferior centrado en 3 ejercicios básicos de fuerza: sentadillas, *hip thrust* y peso muerto.

El *Countermovement Jump* (CMJ) se realiza partiendo desde una posición erguida y con las manos en la cintura, seguido de una flexión de 90° de rodillas y una extensión completa del tren inferior para enlazar con un salto. Por otro lado, el *Squat Jump* (SJ) se realiza partiendo desde una posición erguida, seguido de una sentadilla mantenida durante unos tres segundos para posteriormente, sin impulso, encadenar un salto vertical. Ambos ejercicios se deben realizar a grandes velocidades y de manera explosiva, intentando alcanzar la máxima altura posible en cada salto.

Los ejercicios de coordinación y habilidad y los ejercicios de resistencia con cuerda de salto se han introducido respectivamente en el primer y segundo entrenamiento de manera alternativa al *drop jump* o salto en caída, ya que cuya función es la de mejorar la rigidez vertical (Ciacci & Bartolomei, 2018). Ambos entrenamientos estarán compuestos por un trabajo previo específico de propiocepción de tobillo y rodilla. Con estos dos tipos de entrenamiento, se buscará encontrar diferencias en la altura de salto, velocidad máxima conseguida antes del despegue, potencia utilizada en las extremidades inferiores y fase de vuelo de salto entre ambos protocolos.

La intervención consistirá en 8 semanas de entrenamiento y dos sesiones de entrenamiento por semana. Los dos días de entrenamiento serán martes y viernes, exceptuando la última semana dónde los dos días asignados para el entrenamiento serán lunes y jueves, para poder realizar el viernes las pruebas post intervención. La semana 1 y la semana 5 también se realizarán de manera diferente, los días de entrenamiento seguirán siendo los mismos pero el lunes se realizarán las pruebas pre-

intervención e intra-intervención respectivamente. En la tabla 1 se puede observar un resumen de la organización de las 8 semanas de intervención.

Tabla 1: Calendario de las 8 semanas de entrenamiento

	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
S1	PRE.	ENT.			ENT.		
S2		ENT.			ENT.		
S3		ENT.			ENT.		
S4		ENT.			ENT.		
S5	INT.	ENT.			ENT.		
S6		ENT.			ENT.		
S7		ENT.			ENT.		
S8	ENT.			ENT.	POST.		

Test pre-intervención
 Test intra-intervención
 Test post intervención
 Entrenamiento

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la realización de este estudio se seleccionarán un total de 30 jugadores de baloncesto jóvenes y que cumplan los siguientes criterios de inclusión:

- Chicos o chicas establecidos en un rango de edad variable entre los 16 y los 20 años.
- Jugadores que actualmente estén practicando este deporte a nivel federado en un club de baloncesto.
- Jugadores que no hayan sufrido ninguna lesión con anterioridad o recientemente de forma que les permita realizar el estudio de manera correcta.
- Practicantes que residan en la provincia de Barcelona.
- Sujetos que no practiquen otro deporte que no sea el baloncesto.

4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

La asignación de los individuos a los grupos de estudio se realizará de forma aleatorizada, asignando 10 participantes al grupo de entrenamiento A, 10 participantes al grupo de entrenamiento B y 10 participantes al grupo de entrenamiento C o grupo control. Esta elección se realizará mediante un sobre individualizado en el que irá introducida una carta dónde se especificará a qué grupo pertenecen y el tipo de entrenamiento que llevarán a cabo durante las 8 semanas de intervención. Este sobre será personal y sólo podrá ser visto por el propio sujeto. En ningún momento y bajo ninguna circunstancia los participantes podrán saber tanto la diferencia de ambos protocolos de intervención como los objetivos del mismo estudio, ya que de esta manera evitaremos influir en los resultados.

La selección de la muestra se realizará en una sala o despacho de la Universidad Tecnocampus Mataró el primer día del estudio, antes de realizar los primeros tests o test pre-intervención.

4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTO

Las variables que tomaremos en la recogida de datos para analizar el salto vertical serán las siguientes:

- Altura de salto conseguida durante la fase de vuelo.
- Velocidad máxima justo antes de que se produzca la fase de despegue
- Potencia implementada en las extremidades inferiores para realizar el salto vertical.
- Tiempo que transcurre entre la fase de despegue y la de aterrizaje del salto.

Todas estas variables se recogerán mediante una plataforma de contacto y de análisis de rendimiento para extremidades inferiores de la marca Chronojump Boscosystem, con una recogida de datos que se hará mediante el Software 2.3.0-31 (3 abril 2023) de la misma marca.

El día previo al inicio del primer entrenamiento del protocolo de intervención, se realizará una recogida de datos de cada participante. Estos datos servirán de punto de partida para el estudio y se utilizarán para compararlos con los datos que se obtengan una vez realizadas las 8 semanas de intervención. Cada participante realizará 3 diferentes test de salto que nos ayudarán como método de comparación, los cuáles serán: *countermovement jump*, *squat jump* y *abalakov jump*.

Countermovement jump (CMJ)

El salto en contra movimiento es un salto que se realiza partiendo de una posición de pie e iniciando un movimiento hacia abajo, es decir, una flexión de rodilla y cadera, que es seguido inmediatamente por un movimiento ascendente (extensión de rodilla y cadera) que conduce al despegue. En este tipo

de salto no se permite la ayuda del balanceo de brazos durante toda la fase de movimiento, por lo tanto, las manos deben permanecer pegadas en la cintura (Van Hooren & Zolotarjova, 2017).



Figura 1: Countermovement Jump

Squat jump (SJ)

El salto con sentadilla es un salto que se realiza partiendo de una posición de pie seguido de una flexión de rodillas y cadera y descenso del cuerpo hasta una posición de semicuclillas. En ese momento, se debe mantener la misma posición durante 3 segundos para, posteriormente y sin interrupciones, realizar la fase de despegue o salto. Las manos también deben mantenerse pegadas a la cintura ya que no está permitido el balanceo que puedan producir estos en el momento de salto y su influyente ayuda en la obtención de mejores resultados.



Figura 2: Squat Jump

Abalakov jump (AJ)

Este tipo de salto tiene gran similitud con el salto en contra movimiento. La principal diferencia entre ambos saltos es que en el *abalakov jump* sí está permitido el uso de los brazos para poder balancearse. De este modo partiendo de una posición erguida, se busca la altura máxima de salto con un impulso del tren inferior y con la ayuda del movimiento armónico del tren superior (Saéz, Suarez-Arrones, Requena, Haff & Ferrete, 2015).



Figura 3: Abalakov Jump

Los sujetos realizarán las 3 pruebas de medición de la misma manera en los tres días de test que se han establecido en la tabla mostrada anteriormente (tabla 1). Tendrán un total de 3 intentos para cada tipo de salto (CMJ, SJ y AJ). Entre intento e intento, realizarán un descanso de 2 minutos, ya que de este modo se intentará evitar que la fatiga muscular pueda influir y alterar los posibles resultados. En cada intento se obtendrán 4 parámetros de valores diferentes, yendo acorde con los diferentes objetivos establecidos en la propuesta de intervención. Estos valores serán la altura de salto conseguida obtenida en centímetros (cm), la velocidad máxima previa al momento de despegue obtenida en metros por segundo (m/s), la potencia máxima realizada en la fase de despegue obtenida en vatios (W) y el tiempo en el que el sujeto está en el aire durante la fase de vuelo obtenido en segundos (s). Se anotarán cada uno de los 4 valores que se obtengan en los diferentes intentos de los tests establecidos y se tomará como resultado bueno el intento en el que se consiga el mayor valor, es decir, mayor altura de salto, mayor velocidad máxima, mayor potencia realizada y mayor tiempo de vuelo. Estos datos se añadirán en la tabla de mediciones que se muestra a continuación (tabla 2).

Tabla 2: Tabla de mediciones para los diferentes test de salto

Tabla de mediciones de altura de salto (cm)

	CMJ			SJ			AJ		
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									

Tabla de mediciones de velocidad máxima (m/s)

	CMJ			SJ			AJ		
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									

Tabla de mediciones de potencia máxima (W)

	CMJ			SJ			AJ		
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									

Tabla de mediciones de tiempo de vuelo (s)

	CMJ			SJ			AJ		
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									

4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Los participantes realizarán un programa de entrenamiento de 8 semanas de duración que incluirá dos sesiones por semana de aproximadamente 60 minutos. Antes de empezar con el entrenamiento, todos los participantes deberán realizar un calentamiento previo con una duración total de 15 minutos. La sesión principal estará compuesta por diferentes ejercicios tanto pliométricos como preventivos con una duración estimada de 40 minutos y, una vez finalizada la parte principal, todos los participantes realizarán una vuelta a la calma que tendrá una duración de 5 minutos.

El grupo de entrenamiento A realizará únicamente saltos en CMJ y el grupo de entrenamiento B realizará el salto en SJ. Cada participante deberá realizar 75 saltos en total por entrenamiento, divididos en series de 3 saltos con un descanso de 5 segundos entre salto y 30 segundos de descanso entre serie. De esta manera, 5 series formarán un bloque y cada sesión estará formada por 5 bloques, donde el descanso entre cada bloque será de 3 minutos. A continuación, realizarán 3 bloques de 3 series en la escalera de coordinación, donde cada serie estará formada por 3 repeticiones con un descanso de 5 segundos entre repetición, 30 segundos entre serie y 2 minutos entre bloque. Para el salto en la cuerda, se realizarán también 3 bloques que estarán formados por 3 series y en cada serie se realizarán 60 segundos de saltos a pies juntos. El descanso entre serie será de 30 segundos y el descanso entre bloques será de 2 minutos.

El grupo control o grupo de entrenamiento C realizará 4 bloques de 12 repeticiones con un descanso de 2 minutos entre bloque de cada uno de los 3 ejercicios propuestos: sentadilla, *hip thrust* y peso muerto. Estos ejercicios se consideran básicos para la ganancia de fuerza en las extremidades inferiores ya que en su realización implican un movimiento de cadera o de rodilla. Además de realizar estos 3 ejercicios en la parte principal del entrenamiento, también deberán realizar el calentamiento previo y la vuelta a la calma establecidos en el proyecto y que se explicarán a continuación.



CALENTAMIENTO

El calentamiento está formado por tres tipos de ejercicios diferentes. El primero consiste en estiramientos con *foam roller*. Éste se ha añadido al calentamiento debido a su importancia en la liberación miofascial y, por consiguiente, la disminución de la rigidez muscular. A su vez, el uso del rodillo de espuma se considera de gran efectividad para la ganancia de flexibilidad en comparación con los estiramientos estáticos pasivos y estiramientos dinámicos (Su et al., 2017). De este modo, el cuerpo no sólo empieza a prepararse para la posterior realización del entrenamiento, sino que también consigue una mejora en la flexibilidad muscular del tren inferior, aspecto muy importante para la

mejora del rendimiento y para la disminución del riesgo de posibles lesiones musculares. Los ejercicios para realizar con el *foam roller* se muestran en el apartado final de Anexos (ver Anexo 9.1, tabla 3).

Una vez finalizados los ejercicios con el *foam roller*, los ejercicios a realizar son los de activación metabólica y aumento de la temperatura corporal para una adecuada puesta a punto para la realización del entrenamiento. Dichos ejercicios se muestran de una manera más gráfica a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: Ejercicios para la activación metabólica

Activación metabólica (3')
Todos los participantes deberán trabajar un total de 30 segundos cada uno de los ejercicios que se muestran seguidamente. Se deben realizar a una intensidad moderada con el fin de aumentar la temperatura muscular y corporal. En el caso de realizarse a alta intensidad, pueden causar daños o lesiones en los tejidos blandos ya que estos aún no estarán preparados para soportar altas demandas físicas.
Carrera continua
<i>Skipping</i> 
Talones al culo 

Jumping jacks



Sentadillas



Seguidamente, se van a llevar a cabo estiramientos dinámicos y dinámicos para acabar de preparar perfectamente el cuerpo a la actividad a realizar. Los estiramientos dinámicos son los que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Estiramientos dinámicos

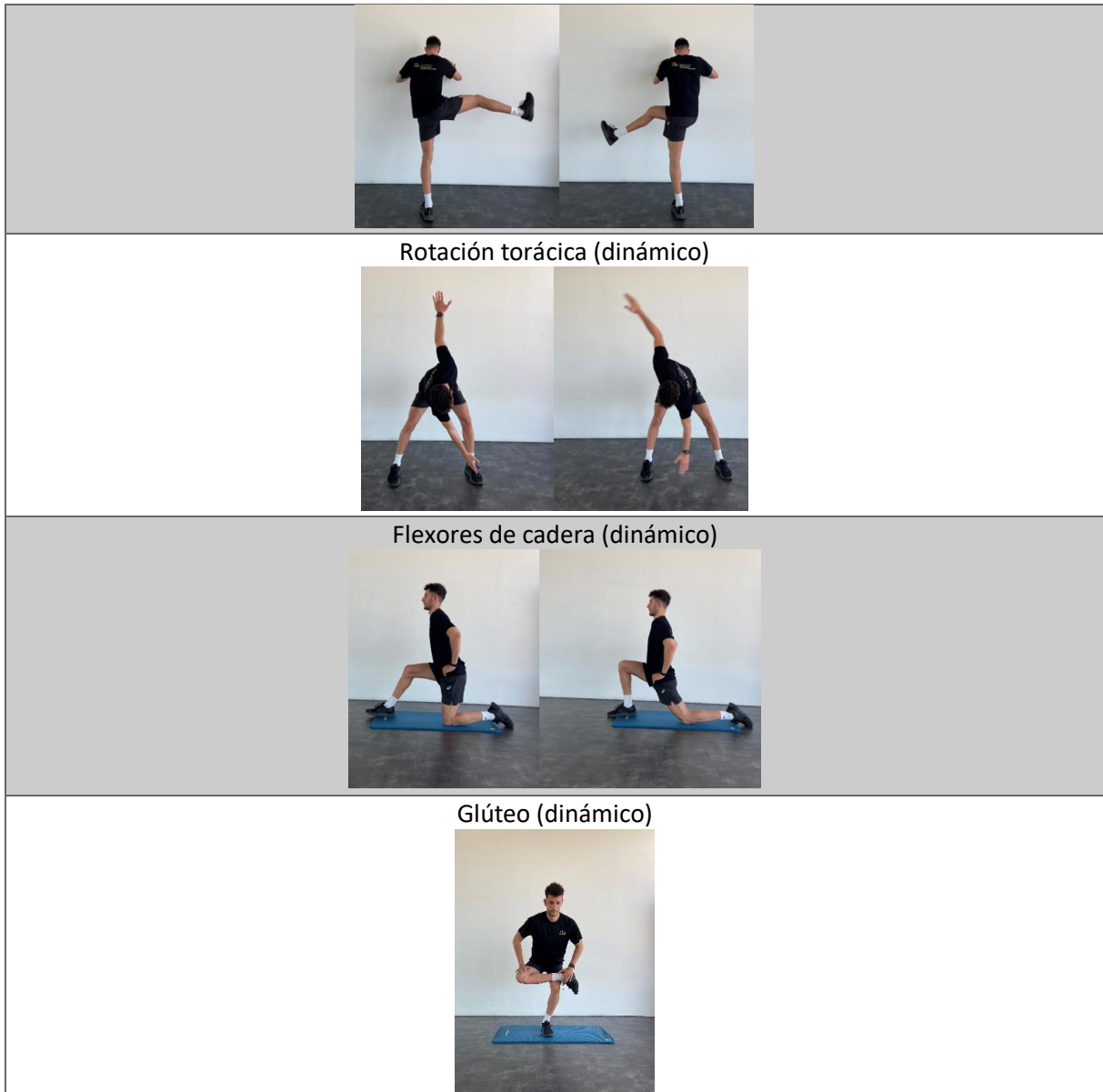
Estiramientos dinámicos (3')

Todos los participantes deberán trabajar un total de 20 segundos cada uno de los estiramientos que se muestran seguidamente. El movimiento debe ser continuo y suave, sin llegar a producir una elongación muscular extrema que pueda llegar a producir cualquier tipo de lesión.

Swings frontales (dinámico)



Swings laterales (dinámico)



Por último, una vez realizados todos los ejercicios de calentamiento propuestos, se llevarán a la práctica los ejercicios de propiocepción y preventivos para las articulaciones del tobillo y la rodilla. Estos ejercicios se añaden como complemento para ayudar a la disminución del riesgo de lesiones que puedan sufrir los participantes, ya que son las dos articulaciones más propensas a dañarse en este tipo de acciones. En la tabla 6 que se muestra a continuación, se explican cada uno de los ejercicios a realizar.

Tabla 6: Ejercicios propioceptivos y preventivos

Ejercicios propioceptivos y preventivos (3')

Todos los participantes deberán trabajar un total de 20 segundos cada uno de los estiramientos que se muestran seguidamente. El movimiento debe ser continuo y suave, sin llegar a producir una elongación muscular extrema que pueda llegar a producir cualquier tipo de lesión.

Elevación de talones



Y



Caídas frontales a un pie



Rotaciones de rodilla



Saltos laterales



Todos los ejercicios mostrados en el calentamiento serán llevados a cabo con el propio peso corporal, sin involucrar peso externo o material que genere cualquier tipo de resistencia. En esta fase del entrenamiento no buscamos una ganancia de fuerza, simplemente la preparación del organismo y su puesta a punto para el entrenamiento.

PARTE PRINCIPAL

A continuación, se muestra el entrenamiento a seguir para el grupo A tabla 7. Se ejecutarán un total de 75 saltos tal y como se especifica en la tabla. Para los ejercicios de escalera de coordinación, en cada bloque se deberá realizar un tipo de patrón distinto para variar el patrón de movimiento. Estos patrones quedan detallados en la misma tabla.

Tabla 7: Entrenamiento grupo A

ENTRENAMIENTO GRUPO A

Saltos en CMJ					
Repeticiones por serie	Descanso entre repeticiones	N.º series	Descanso entre series	Bloques	Descanso entre bloques
3	5"	5	30"	5	3'

Escalera de coordinación

Repeticiones por serie	Descanso entre repeticiones	N.º series	Descanso entre series	Bloques	Descanso entre bloques
3	5"	3	30"	3	2'

Patrones para ejecutar en cada bloque:

DENTRO/DENTRO – FUERA/FUERA (PIES ALTERNOS)

Se debe realizar doble apoyo alternado, empezando siempre con la derecha y después la izquierda (o viceversa). Estos apoyos deberán realizarse en cada cuadrado de la escalera, tanto en el interior como en el lateral.

DENTRO/DENTRO – FUERA/FUERA (PIES JUNTOS)

Mismo patrón que en el ejercicio anterior, es decir, realizar los apoyos en el interior del cuadrado y en el lateral, pero esta vez a pies juntos.

DENTRO/DENTRO – FUERA (PIES ALTERNOS)

Se debe realizar doble apoyo en el interior del cuadrado, y un apoyo en el lateral del cuadrado. De esta manera, si el sujeto va a la derecha el patrón a seguir será derecha/izquierda dentro del cuadrado y derecha en el lateral del cuadrado. Si el sujeto se desplaza a la izquierda el movimiento será izquierda/derecha dentro del cuadrado e izquierda en el lateral.

Para el grupo de entrenamiento B, la sesión se dividirá de la manera en la que se muestra en la tabla 8. Realizarán 75 saltos en total más un bloque de cuerda de salto.

Tabla 8: Entrenamiento grupo B

ENTRENAMIENTO GRUPO B

Salto en SJ					
Repeticiones por serie	Descanso entre repeticiones	N.º series	Descanso entre series	Bloques	Descanso entre bloques
3	5"	5	30"	5	3'

Cuerda de salto				
Tiempo por serie	N.º series	Descanso entre series	Bloques	Descanso entre bloques
60"	3	30"	3	2'

El entrenamiento para el grupo C o grupo control será distinto a los dos primeros, ya que de esta manera se podrá comparar si estos dos métodos de entrenamiento son efectivos o no. En la tabla 9 se detalla la sesión.

Tabla 9: Entrenamiento grupo C o grupo control

ENTRENAMIENTO GRUPO C (CONTROL)

Sentadilla		
Repeticiones por bloque	Descanso entre bloque	Nº bloques
12	2'	4
Hip thrust		
Repeticiones por bloque	Descanso entre bloque	Nº bloques
12	2'	4
Peso muerto		
Repeticiones por bloque	Descanso entre bloque	Nº bloques
12	2'	4

VUELTA A LA CALMA

Para la vuelta a la calma se volverá a hacer uso del *foam roller* para la liberación miofascial y descarga muscular de las extremidades inferiores, y se realizarán los ejercicios que ya han sido descritos anteriormente (ver Anexo 9.1, tabla 3).

4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dado que la recogida de datos se presentará como valor cuantitativo (centímetros, metros por segundo, vatios o segundos) y puesto que en el estudio presentado existen tres grupos diferentes (grupo de entrenamiento A, grupo de entrenamiento B y grupo de entrenamiento C o grupo control) se utilizará el test Shapiro-Wilk para determinar cualquier diferencia significativa entre métodos o grupo de entrenamiento (Buckthorpe, Morris & Folland, 2012), ya que es el más recomendado para estudios inferiores a 50 participantes. En el caso de que exista normalidad, se aplicará el test de Leven para determinar la homocedasticidad.

Todos los valores obtenidos en el estudio que presenten normalidad serán mostrados como Media \pm Desviación Estándar. Para aquellos que no presenten normalidad, se utilizará la mediana y el rango intercuartílico. Para el análisis de la comparación de los resultados obtenidos entre los 3 grupos, se utilizará la prueba paramétrica de ANOVA para grupos independientes en caso de cumplirse la normalidad, o la prueba no paramétrica de H de Kruskal-Wallis para grupos independientes en el caso de no cumplir la normalidad. Por otro lado, para la comparación de resultados entre la pre-intervención, intra-intervención y post-intervención dentro de un mismo grupo se utilizará la prueba paramétrica T-student-Fisher para grupos independientes en caso de cumplir la normalidad o la

prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para grupos independientes en caso de no cumplir la normalidad.

El margen de error será fijado en $\alpha \rightarrow 5\%$, queriendo decir que el intervalo de confianza (IC) será del 95%.

4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El programa de intervención del presente estudio, así como los documentos de información al participante (Anexo 2) y de consentimiento informado (Anexo 3), serán enviados para su aprobación al Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud de TecnoCampus, con el fin de garantizar el cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación.

Todos los participantes del estudio serán informados por el investigador principal, de forma oral y escrita, mediante la hoja de información al participante, la cual estará disponible en castellano y catalán. En caso de que el sujeto acepte participar en el presente estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado, el cual también estará disponible en castellano y catalán. A su vez, en el caso de que cualquier participante pertenezca a una entidad o club, éste también deberá ser informado de la misma forma y se deberá pedir autorización para la realización del proyecto y el uso de los datos personales.

Durante el desarrollo del presente proyecto se respetarán en todo momento los principios éticos de la declaración de Helsinki (WMA, 2013), permitiendo que en cualquier momento los participantes puedan abandonar voluntariamente el estudio de forma libre, sin que eso suponga ningún perjuicio o cambio en el tratamiento habitualmente recibido. Asimismo, el proyecto respetará el Código Deontológico de la Profesión de la Educación Física y Deportiva.

En el presente estudio se mantendrá la confidencialidad de los datos personales de los participantes, de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). Por otra parte, dado que el derecho a la propia imagen está reconocido en el artículo 18.1 de la Constitución española y está regulado por la Ley Orgánica 1/1982, de 5 de mayo, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen, se solicitará a los participantes el consentimiento para poder publicar fotografías relacionadas con el estudio en las que aparezcan y sean claramente identificables y, únicamente, para la difusión de este.

5. CRONOGRAMA

Tabla 10: Cronograma del proyecto de investigación

ETAPAS DEL PROYECTO	2023																															
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO							
	SEMANA																															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO																																
Revisión bibliográfica																																
Definición del proyecto de investigación																																
Redacción del marco teórico y antecedentes																																
Elaboración del protocolo de investigación																																
TRABAJO DE CAMPO																																
Creación de grupos																																
Recogida de datos																																
PROCESAMIENTO DE LOS DATOS																																
Análisis e interpretación de los datos																																
Elaboración de los resultados																																
Elaboración de gráficas y figuras																																
Elaboración de la discusión e informe final																																

6. PRESUPUESTO

Para la realización de este proyecto se ha intentado adecuar un presupuesto total asequible para cualquier club o entidad que decida ejecutar la intervención sin la preocupación de desembolsar gran cantidad de dinero. Aun así, ciertos productos tienen un coste más elevado de lo normal ya que el mercado no deja obtenerlos por un precio menor.

De esta manera el presupuesto estimado para el proyecto en cuestión se desglosa a continuación en la tabla 11.

Tabla 11: Presupuesto del proyecto de investigación

Material	Precio con IVA (€)	Cantidad	Referencia	TOTAL (€)
Plataforma de contacto	256,11	1	Plataforma de contacto	256,11
Sistema informático (software libre)	0	0	Software	0
Cuerda de salto	1,49	10	Cuerda de salto	14,9
Escalera de coordinación	7,99	2	Escalera de coordinación	15,98
<i>Foam roller</i>	9,90	10	Foam roller	99
Alquiler del gimnasio	15 hora/persona	30	Alquiler gimnasio	450
Esterilla	3.99	10	Esterilla	39,99

7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

El proyecto de investigación presentado puede mostrar ciertas limitaciones. En primer lugar, es un estudio planteado únicamente para jugadores de un determinado rango de edad y que sólo practiquen baloncesto. Con este rango de exclusión ignoramos si otros deportistas pueden obtener mejoras en el salto vertical con el mismo programa propuesto o si pueden presentar variaciones en la obtención de resultados. Centrándonos en los sujetos, otra limitación a destacar es la del peso o masa corporal. En esta intervención no se realiza una dieta estricta ni se lleva un control exhaustivo del peso de cada uno de los sujetos. Esto quiere decir que, si algún participante varía su masa corporal del inicio al final de la intervención, puede provocar una alteración en los resultados que obtengamos y que, en cierto modo, no lleguen a mostrar una mejora tal y como se espera. Además, al ser un ensayo aleatorizado, puede ser que en un grupo haya mas chicos que chicas o viceversa, de manera que los resultados pueden variar según las diferencias físicas de cada sujeto.

Por otro lado, es una intervención que requiere la constante supervisión del investigador ya que se debe asegurar de una correcta ejecución de la técnica de salto y, a su vez, se deben realizar tres periodos de recogida de datos y valoraciones que pueden ser algo laboriosas de hacer.

Otra limitación por destacar, y prácticamente la más importante, es el coste del proyecto. Aunque se ha intentado conseguir un precio razonable y económico (pensado para clubes o entidades pequeñas y con pocos recursos), y aun sabiendo que es un estudio del que no requiere el uso de mucho material, cabe destacar que todo aquel material específico que se necesita es de un coste elevado (placa de presión, software para analizar los datos obtenidos, alquiler de gimnasio, etc.). Por ello, se pueden presentar varias dificultades a la hora de desarrollar y llevar a cabo la intervención.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS




- Buckthorpe, M., Morris, J., & Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of Sports Sciences*, *30*(1), 63–69. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.624539>
- Ciacchi, S., & Bartolomei, S. (2018). The effects of two different explosive strength training programs on vertical jump performance in basketball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *58*(10), 1375–1382. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07316-9>
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(2), 379–385. www.nscsjscr.org
- Ramachandran, S., & Pradhan, B. (2014). Effects of Short-term Two Weeks Low Intensity Plyometrics Combined With Dynamic Stretching Training in Improving Vertical Jump Height and Agility on Trained Basketball Players. *Indian J Physiol Pharmacol*, *58*(2), 133–136.
- Ramirez-Campillo, R., García-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2022). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 11, Issue 6, pp. 656–670). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.005>
- Riva, D., Bianchi, R., Rocca, F., & Mamo, C. (2016). Proprioceptive Training And Injury Prevention In A Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(2), 461–475. www.nscs.com
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(1), 196–206. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001476>
- Ruffieux, J., Wälchli, M., Kim, K. M., & Taube, W. (2020). Countermovement Jump Training Is More Effective Than Drop Jump Training in Enhancing Jump Height in Non-professional Female Volleyball Players. *Frontiers in Physiology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00231>
- Saéz de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., & Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*, 1894–1903. www.nscs.com
- San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., Castellano-Paulis, J., & Casamichana-Gómez, D. (2010). Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. (Analysis of jumping capacity before, during and after competition in international junior basketball players). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *6*(21), 311–321. <https://doi.org/10.5232/ricyde2010.02105>

- Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., & Chu, I. H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation, 26*(6), 469–477. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0102>
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 31, Issue 7, pp. 2011–2020). NSCA National Strength and Conditioning Association. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913>
- Yáñez-García, J. M., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2019). Changes in Muscle Strength, Jump, and Sprint Performance in Young Elite Basketball Players: The Impact of Combined High-Speed Resistance Training and Plyometrics. *Journal of Strength and Conditioning Research, 00*(00), 1–8. www.nsc.com
- Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. In *Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol. 13, Issue 3, pp. 332–339). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1

Tabla 3: Ejercicios para el calentamiento con foam roller

Calentamiento con foam roller (5')	
Todos los participantes deberán trabajar cada zona muscular que se muestra a continuación durante 20 segundos. El movimiento debe ser seguido y continuado, aplicando la misma presión sobre el rollo en todo momento.	
Pantorrillas	
Peroneales	
Tibial anterior	

Isquiotibiales



Tensor de la fascia lata



Aductores



Cuádriceps



Glúteos



9.2. ANEXO 2

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante Alex Villarejo Barberá del doble grado en Fisioterapia y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, dirigido/a por Jordi Sánchez Grau, está llevando a cabo el proyecto de investigación: Proyecto de investigación en la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto.

El proyecto tiene como finalidad analizar las ganancias de capacidad de salto que se puedan producir en un entrenamiento con dos tipos de ejercicios de salto distintos. En primer lugar, los participantes serán asignados a un grupo de entrenamiento y deberán realizar un programa de 8 semanas de duración siguiendo el método establecido. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Universidad TecnoCampus Mataró. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para poder comprobar si estos programas establecidos por el investigador son efectivos en las ganancias de salto, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: chicos o chicas establecidos en un rango de edad variable entre los 16 y los 20 años; jugadores que actualmente estén practicando este deporte a nivel federado en un club de baloncesto; jugadores que no hayan sufrido ninguna lesión con anterioridad o recientemente de forma que les permita realizar el estudio de manera correcta; que residan en la provincia de Barcelona; que no practiquen otro deporte que no sea el baloncesto.

Esta colaboración implica participar en uno de los tres grupos establecidos y realizar las siguientes fases: 1) validación inicial mediante test de salto. 2) realización del programa de entrenamiento. 3) validación intermedia (siguiendo el mismo método que en las demás validaciones). 4) realización del programa de entrenamiento. 5) validación final (siguiendo el mismo método que en las demás validaciones).

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una hoja de documentos dónde quedarán registrados todos los resultados obtenidos, y únicamente el investigador principal podrá tener acceso.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del correo electrónico creado para la intervención: avillarejo@edu.tecnocampus.cat .

9.3. ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], mayor de edad, con DNI [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre e interés propio,

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto: Proyecto de investigación en la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pudiera derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto: Proyecto de investigación en la mejora del salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto.
2. Que Alex Villarejo Barberá y su director/a Jordi Sánchez Grau puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]
DIRECTOR/A]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL