

# **Efectos del entrenamiento basado en fuerza velocidad vs pliometría, en la mejora de salto, bienestar y fatiga en jugadoras de voleibol Junior**

## **6º CAFYD Y FISIOTERAPIA**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**



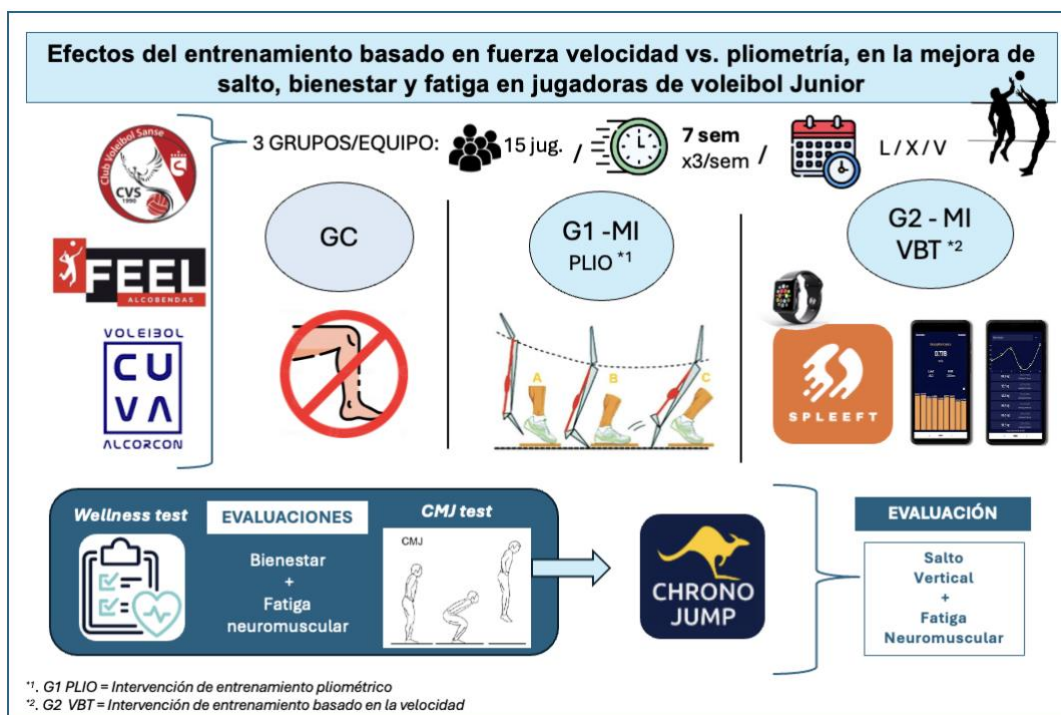
Realizado por: Lucía Ariza Pinilla, Alejandro Vilar Toledano

Año Académico: 2024-2025

Tutor/a: Eduardo López Martínez

Área: Diseño de un estudio experimental

## Resumen Gráfico



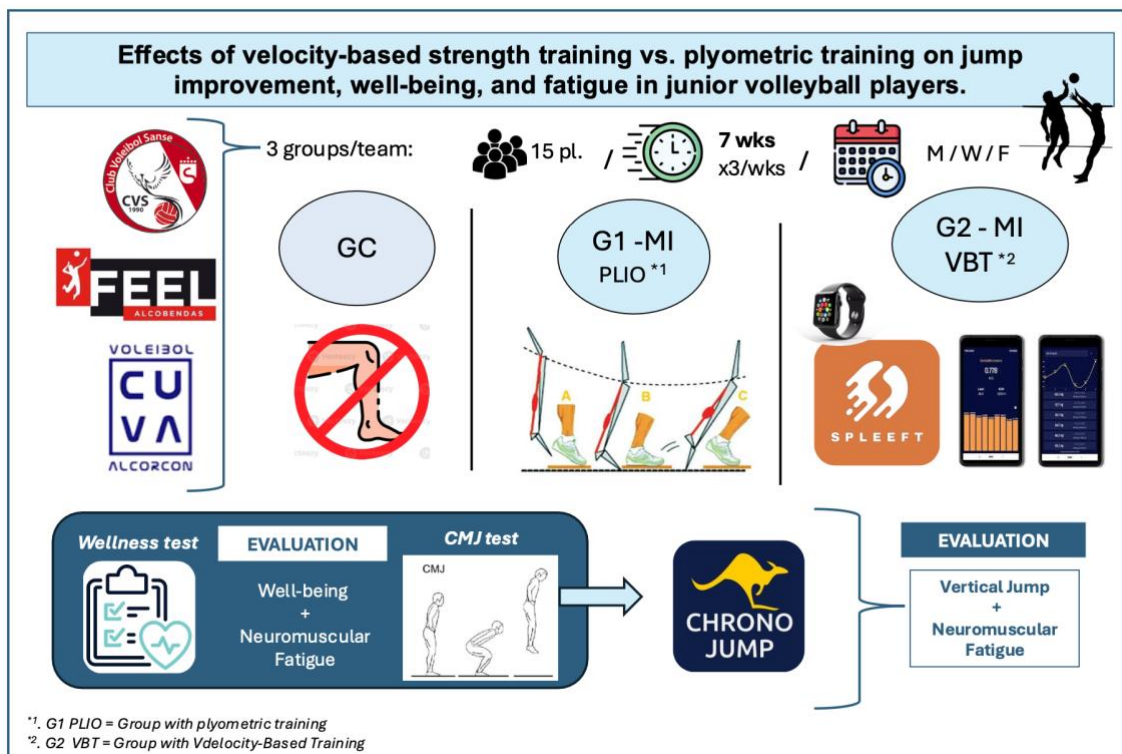
## Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el impacto de diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza-velocidad, pliometría y la ausencia de entrenamiento específico de fuerza en el miembro inferior en jugadoras de voleibol junior. Además, se buscó determinar cuál de estos protocolos promovía una mayor mejora en el rendimiento en el salto, una menor fatiga neuromuscular y una mejor percepción del bienestar subjetivo. Para ello, se trabajó con una muestra total de 45 jugadoras de tres equipos de la 1ª División Autonómica Preferente de Madrid, seleccionadas mediante un muestreo probabilístico por conglomerados para obtener los diferentes grupos para la intervención.

Para evaluar los diferentes objetivos del estudio, se utilizaron varios tests: el Countermovement Jump (CMJ) para medir la altura del salto y la fatiga neuromuscular, y el Wellness Test para valorar la percepción del bienestar subjetivo.

**Palabras clave:** Fuerza-velocidad, pliometría, jugadoras, voleibol junior, salto fatiga neuromuscular y bienestar.

## Graphical abstract



## Abstract

The objective of this study was to analyze the impact of different strength-velocity training, plyometric training, and the absence of specific strength training protocols in junior lower-limb volleyball players. Additionally, the aim was to determine which of these protocols promoted greater improvements in jump performance, reduced neuromuscular fatigue, and enhanced the perception of subjective well-being.

To achieve this, a total sample of 45 players from three teams in the 1st Division of the Autonomous Preferential League of Madrid was selected using probabilistic cluster sampling to form the intervention groups.

Various tests were used to evaluate the study's objectives: the Countermovement Jump (CMJ) test to measure jump height and neuromuscular fatigue, and the Wellness Test to assess the perception of subjective well-being.

**Keywords:** Strength-velocity, plyometrics, players, junior volleyball, jump, neuromuscular fatigue, and well-being.

## Índice

1	Introducción .....	6
1.1	Voleibol. Necesidades de salto. ....	6
1.2	Evaluación de la carga en voleibol: carga externa e interna.....	6
1.3	Entrenamiento de pliometría y su aplicación en el voleibol .....	8
1.4	Entrenamiento basado en la velocidad y su aplicación en el voleibol .....	9
1.5	Relación de la carga con el bienestar: fatiga y sueño .....	10
2	Justificación .....	11
3	Objetivos e hipótesis del estudio .....	12
4	Metodología.....	13
4.1	Diseño .....	13
4.2	Variables y material de medida .....	14
4.3	Procedimiento .....	15
4.4	Análisis de datos.....	20
5	Equipo investigador.....	21
6	Viabilidad del estudio .....	21
6.1	Limitaciones del estudio .....	22
7	Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	23
8	Referencias .....	25
9	Anexos.....	33

## Índice de Figuras

Figura 1. Tamaño muestral .....	33
Figura 2. Hoja Informativa .....	34
Figura 3. Hoja Informativa .....	35
Figura 4. Consentimiento informado .....	36
Figura 5. Programación del estudio .....	17
Figura 6. Organigrama del equipo investigador .....	37

## Índice de Tablas

Tabla 1. Variables de investigación .....	37
Tabla 2. Protocolo de entrenamiento de pliometría .....	18
Tabla 3. Protocolo de entrenamiento de VBT .....	20
Tabla 4. Funciones del equipo investigador .....	38

## **1 Introducción**

### **1.1 Voleibol. Necesidades de salto.**

El voleibol es un deporte colectivo dónde los jugadores alternan acciones de gran intensidad y corta duración, con momentos de menor exigencia y periodos de descanso (Kasabalis et al., 2005). Según Ahmadi et al. (2021), la fase de alta intensidad tiene una duración media de 3 a 9 segundos, mientras que los periodos de recuperación media son de 10 a 20 segundos.

Este deporte exige el desarrollo de la fuerza muscular en los miembros superiores e inferiores, así como de habilidades técnicas. Siendo ambos factores esenciales en el rendimiento (Chuang et al., 2022; Çakir & Ergin, 2022).

Una de las habilidades importantes en el voleibol es el salto, ya que tiene una gran influencia en el rendimiento de los jugadores, especialmente en situaciones de ataque. Los remates y bloqueos constituyen un 45% del total de las acciones de juego, siendo responsables del 80% de los puntos (Voigt & Vetter, 2003). De hecho, Stanganelli et al. (2008) afirman que las habilidades de salto, sprint y agilidad son fundamentales para mejorar el rendimiento en el voleibol. Este deporte, requiere un alto nivel de exigencia en movimientos sin balón, tales como la carrera y el salto, que se realizan justo antes de que el jugador haga contacto con la pelota, en una fracción de segundo (Mroczek et al. 2014).

En este contexto, se ha demostrado que los jugadores que dominan estas habilidades tienen una mayor probabilidad de éxito. Además, los jugadores con mayor potencia, velocidad y agilidad en el tren inferior muestran un mejor desempeño en este tipo de jugadas, siendo características clave en la ejecución del salto.

### **1.2 Evaluación de la carga en voleibol: carga externa e interna.**

La monitorización del entrenamiento es esencial para preparar el partido y planificar las diferentes sesiones (Nikolaidis et al., 2017). Según Halson (2014) es importante conocer la carga de entrenamiento para minimizar el riesgo de lesiones, enfermedades y saber si está adaptado al programa de entrenamiento. Además, Lucía Ariza Pinilla y Alejandro Vilar Toledano

realizar un seguimiento de las cargas de entrenamiento, puede suponer un refuerzo motivacional en los deportistas. La carga puede clasificarse en interna y externa, y según su tipo, se pueden evaluar utilizando diferentes pruebas o protocolos específicos. Considerando la carga externa el trabajo realizado por el deportista independientemente de sus características. Mientras que la carga interna se define como estrés psicológico y fisiológico producido por el entrenamiento (Wallace et al., 2009).

En cuanto a la evaluación de la carga externa en el voleibol, las variables más estudiadas fueron los desplazamientos verticales y el conteo de saltos. Según Halson (2014) en deportes colectivos se realiza un análisis tiempo-movimiento, utilizando el GPS como herramienta de medida, presentan claros problemas en interior. Cuanto mayor es la velocidad del movimiento menos fiable es el GPS (Aughey, 2011). Otro tipo de herramientas como el IMU, compuesto por giroscopios por tres ejes, magnetómetros y acelerómetros, estimando así el número de saltos y su altura (Lima et al., 2021). Las variables más estudiadas para monitorizar la carga de trabajo externa fueron las variables de desplazamiento vertical, específicamente, el conteo de saltos y/o la carga de salto (Vavassori et al., 2024).

En el voleibol, la carga interna ha sido evaluada mediante diversos métodos. Lima et al. (2021) utilizaron herramientas como la escala de Borg o el RPE (Percepción Subjetiva del Esfuerzo) para este propósito. Otros autores, emplearon la escala TQR (Total Quality Recovery), cuestionarios de bienestar (Wellness Test) y el salto con contramovimiento (CMJ) (Vavassori et al. 2024).

El CMJ es un ejercicio de salto que incluye un contramovimiento previo a la fase de impulso, siendo una técnica ampliamente utilizada en la evaluación de la función neuromuscular. Esto se debe a que es un movimiento específico del deporte y fácil de realizar (Anicic et al., 2023). Además, se ha destacado su utilidad para cuantificar tanto la carga de entrenamiento como la fatiga, según Jiménez et al. (2016).

Por otro lado, Kipp et al. (2016) emplearon el CMJ en jugadoras universitarias de voleibol para analizar la explosividad del tren inferior. Asimismo, el estudio realizado por Kozinc et al. (2021) consideró la altura del CMJ como un indicador clave de las

variables de rendimiento. Freitas et al. (2014) expusieron dudas acerca de su sensibilidad para medir la fatiga en jugadores de voleibol de alto nivel.

### **1.3 Entrenamiento de pliometría y su aplicación en el voleibol**

La pliometría es un método de entrenamiento físico de alta intensidad que utiliza el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) para mejorar la capacidad del sistema neuromuscular con el fin de producir la fuerza máxima en el menor tiempo posible. Se divide en CEA lento, con un tiempo de contacto superiores a 250ms, y CEA rápido, con un tiempo entre 100 y 250ms (Komi, 2000; Schmidbleicher, 1992). En el modelo mecánico, la energía elástica es almacenada tras un estiramiento rápido y se libera acción muscular concéntrica inmediatamente después, aumentando así la producción total de fuerza. Por ello, en el modelo neurofisiológico se muestra que el reflejo de estiramiento por parte la unidad músculo-tendinosa facilita un aumento máximo de reclutamiento muscular en un periodo mínimo de tiempo (Fukutani et al., 2021). Esto es debido a que uno de los principios básicos del CEA es que un músculo activado permite generar una mayor fuerza en la fase concéntrica cuando es precedido inmediatamente por una acción muscular excéntrica rápida (Makaruk et al., 2011). Verkhoshansky (2012) distingue en el CEA, dos tipos de ejercicios según su impacto. Uno de ellos con impacto, donde la fase excéntrica es seguida de una fase concéntrica que maximiza la liberación de la energía elástica (utilizada frecuentemente en voleibol), como son los saltos de profundidad o *depth jumps*; y otro tipo sin impacto, donde se centra más en velocidad de reclutamiento de fibras musculares, como ocurre en los multisaltos. Respecto a la respuesta y recuperación a la fatiga en el CEA se presenta en un periodo relativamente largo. Primero muestra una reducción del rendimiento inmediato durante el ejercicio, y, aunque tiene una pequeña recuperación posterior en las primeras 1-2 horas, vuelve a descender después alcanzando el pico mínimo, tardando en producirse la recuperación completa entre 4-8 días (Nicol et al., 2006). Por último, respecto a su aplicación en voleibol en jugadoras jóvenes, ciertos autores no han incluido a una población joven – menores de 18 años – en sus estudios sobre entrenamiento pliométrico debido a la fuerza y control muscular que requiere, no siendo recomendable en edades tempranas dónde aún no se han cerrado las placas epifisarias, ya que puede llegar a alterar la estructura ósea (Gijinovci et al., 2017).



El entrenamiento de pliometría es comúnmente usado en voleibol, ya que trabaja tanto el sistema neural como el músculo-tendinoso para ser capaz de producir la máxima fuerza en el mínimo tiempo, permitiendo mejorar el rendimiento en salto, velocidad, agilidad y lanzamiento. Estas habilidades intervienen en el deporte tanto en el miembro superior como en el miembro inferior del cuerpo, por ejemplo, en el remate o en la batida (Idrizovic et al., 2018). Además, ha demostrado facilitar adaptaciones en la función neuromuscular que permite aumentar la potencia del atleta, donde es común usar el salto vertical relacionado a una variable de rendimiento para la medición de potencia en el miembro inferior (Rublely et al., 2011). Sin embargo, debido a la relación que tiene con la fatiga neuromuscular, un reciente estudio recomienda el uso de intervalos de descanso para poder mantener la intensidad del ejercicio a una potencia similar efectiva, recomendando una relación trabajo-descanso de 1:2. Además, en este aspecto, Znazen et al. (2022) recomienda evitar ejercicios de pliometrías previo a cualquier tarea que requiera un nivel de concentración alto (como es el trabajo técnico-táctico); sin embargo el mismo autor también proporciona evidencia del impacto positivo en la atención y estado de ánimo a una intensidad moderada.

#### **1.4 Entrenamiento basado en la velocidad y su aplicación en el voleibol**

Entrenamiento basado en la velocidad, conocido como VBT por sus siglas en inglés (Velocity-Based Training), es un método de fuerza de entrenamiento alternativo para prescribir la intensidad del ejercicio basándose en la velocidad de ejecución, ya que se ha demostrado una relación inversa entre la carga y la velocidad, es decir, según aumenta la carga, la velocidad del movimiento disminuye (Rauch et al., 2018; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2010).

Además, aunque anteriormente la evidencia sugería que para maximizar las ganancias de fuerza era necesario entrenar hasta el fallo muscular (Ahtiainen et al. 2003), investigaciones recientes indican que realizar el número máximo de repeticiones en cada serie, no es un estímulo necesario para aumentar la capacidad de generar fuerza, en comparación con volúmenes entrenamiento más bajos (Sampson & Groeller, 2020), lo cual permite reducir tanto la fatiga neuromuscular como el estrés hormonal, metabólico y mecánico que producen estos

entrenamientos (Rodríguez-Rosell et al., 2020; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Además, González-Badillo et al. (2016) indica que cuando el objetivo es mejorar el rendimiento muscular existe un volumen límite que no debe sobrepasarse para evitar los indicadores que implican un alto grado de fatiga, estrés y daño muscular. Según el estudio de Rodríguez-Rosell et al. (2020), en el rendimiento general y su respuesta a la fatiga, concuerda que el entrenamiento con una pérdida de velocidad del 10% muestra cambios tanto a nivel de adaptaciones neurales, así como en el porcentaje de fuerza muscular, resistencia, salto y sprint. En el estudio de Sánchez-Medina et al. (2010) se establece un umbral de velocidad de propulsión media menor de 1m/s para el desarrollo de fuerza máxima. Los hallazgos del estudio de Sánchez-Medina & González-Badillo (2011) respaldan la validez de la pérdida de velocidad como herramienta para cuantificar la intensidad del entrenamiento y el grado de fatiga neuromuscular, lo cual permite trabajar con un estímulo óptimo evitando así realizar repeticiones innecesarias.

En el voleibol se emplean patrones de movimiento que requieren un alto nivel de fuerza, velocidad y cambios de dirección rápidos, por lo que la potencia muscular y la fuerza explosiva son cruciales para los jugadores de voleibol (Çakir & Erign, 2022). En el estudio de Sánchez-Moreno et al. (2018) sobre la aplicación VBT en jugadores de voleibol se establece, para evaluar la fuerza del tren inferior, una velocidad de referencia en sentadilla de 1m/s, ya que fue la velocidad de ejecución con la carga más baja. Estos resultados mostraron que, aplicando cargas moderadas (recomienda <60% de 1RM en sentadilla o *back squat*) y no superando la velocidad de 1m/s para desplazar la carga, se observan progresos en la aplicación de fuerza de tren inferior y la capacidad de salto vertical, mejorando hasta el 6% en el CMJ sin carga; concluyendo que parece ser determinante para el rendimiento un entrenamiento a velocidades similares a las del salto vertical (Sánchez-Moreno et al., 2018).

### **1. 5 Relación de la carga con el bienestar: fatiga y sueño**

Los beneficios del ejercicio físico en la mejora del estado de ánimo, el sueño y la función cognitiva son ampliamente reconocidos, contribuyendo al bienestar general de quienes lo practican (Garber et al., 2011). Según Raman (2017), la falta de sueño

o una mala calidad de este pueden impactar negativamente en la recuperación, disminuir el rendimiento deportivo y aumentar el riesgo de lesiones. Esta problemática se agrava cuando los deportistas deben equilibrar la exigencia académica con el entrenamiento intensivo, lo cual puede generar dificultades si no se gestionan adecuadamente las variables del entrenamiento (Vavassori, 2023).

En este contexto, el estudio de Gabbett (2016) analizó la relación entre la carga de entrenamiento, tanto por subentrenamiento como por sobreentrenamiento, y la probabilidad de lesiones. Para ello, utilizó herramientas como el GPS, para medir la carga externa, y el RPE (Percepción Subjetiva del Esfuerzo), para la carga interna. Además, empleó cuestionarios de bienestar que evaluaban aspectos como el estado de ánimo, el sueño, la dieta, la energía y posibles dolores físicos. Los resultados indicaron que las lesiones no estaban directamente relacionadas con un exceso o déficit de entrenamiento, sino con una mala gestión de la relación entre carga y recuperación.

## **2 Justificación**

La pliometría ha sido desde hace años un método de entrenamiento popular, ampliamente utilizado en el voleibol para mejorar la capacidad de salto, respaldado con la revisión sistemática de Martínez-Rodríguez et al. (2017) en el ámbito femenino, tanto en el tiempo de vuelo como en la altura del salto; además de la efectividad de este tipo de entrenamiento en jugadoras jóvenes (Idrizovic et al., 2018; Pereira et al., 2015). Por otro lado, con relación al VBT, la revisión de Zhang et al. (2022) demostraba la efectividad en el salto vertical y fuerza del tren inferior en la mejora del rendimiento en atletas, y el estudio de Sánchez-Moreno et al. (2018) muestra las mejoras en el jugador de voleibol de élite masculinos.

En cuanto a la fatiga de estos dos tipos de entrenamiento se muestra que la pliometría presenta más fatiga neuromuscular que el VBT. El entrenamiento pliométrico produce más fatiga por la alta implicación neural del CEA (Idrizovic et al., 2018), mientras que en el VBT autores demuestran que aplicar pérdidas de velocidades puede reducir la fatiga neuromuscular y proporcionar un entrenamiento más efectivo para inducir las adaptaciones neuromusculares, además de obtener

un feedback instantáneo sobre su rendimiento (Włodarczyk et al., 2021; Zhang et al., 2022).

Por lo tanto, la comparación de ambos protocolos de entrenamiento en jugadoras de voleibol junior puede ser muy útil para identificar cuál de los dos produce un mejor desempeño en el salto vertical, y cuál de los dos permite optimizar el rendimiento reduciendo la fatiga acumulada para proporcionar a las jugadoras un mayor bienestar general y una mejor recuperación post-entrenamiento.

### **3 Objetivos e hipótesis del estudio**

**Objetivo principal.** Comparar los efectos de entrenamientos de pliometría, VBT y ausencia de entrenamiento específico de fuerza, sobre miembro inferior en jugadoras de voleibol junior.

#### **Objetivos específicos:**

OE1. Comparar los efectos de entrenamientos basados en pliometría, VBT y ausencia de entrenamiento específico de fuerza, en la mejora del rendimiento del salto vertical.

OE2. Comparar los efectos de entrenamientos basados en pliometría, VBT y ausencia de entrenamiento específico de fuerza, en la fatiga neuromuscular.

OE3. Comparar los efectos de entrenamientos basados en pliometría, VBT y ausencia de entrenamiento específico de fuerza, en el bienestar subjetivo percibido por el deportista.

#### **Hipótesis**

H1. El entrenamiento de pliometría provoca mejoras superiores sobre el salto vertical que el entrenamiento basado en fuerza-velocidad y la ausencia de entrenamiento específico de fuerza.

H2. El entrenamiento basado en fuerza-velocidad provoca menores niveles de fatiga neuromuscular que el entrenamiento pliométrico y la ausencia de entrenamiento específico de fuerza.

H3. El entrenamiento basado en fuerza-velocidad provoca mayores niveles de bienestar subjetivo que el entrenamiento pliométrico y la ausencia de entrenamiento específico de fuerza.

## **4 Metodología**

### **4.1 Diseño**

Se propone un estudio experimental, aleatorizado por conveniencia. En el cual la muestra se seleccionará de la población accesible, las jugadoras se distribuirán de manera aleatoria en tres grupos.

Los criterios de inclusión seleccionadas en la muestra para este estudio son: jugadoras de voleibol que compiten en categoría junior 1<sup>o</sup> división femenina en la federación madrileña, mayores de 18 años o cumplirlo en esa temporada, que hayan realizado previamente entrenamiento enfocado a la fuerza, aceptación del consentimiento informado. En cuanto a los criterios de exclusión se han utilizado: jugadoras con lesiones musculares o articulares actuales de más de 1 semana de recuperación, jugadoras en proceso de rehabilitación que limiten el rendimiento deportivo, participación de otros programas de entrenamiento simultáneamente, condición médica y familiar incompatible.

Para el tamaño muestral, se realizó una búsqueda de la población de la Comunidad de Madrid y el total de jugadoras federadas en la categoría junior, seleccionando la 1<sup>a</sup> División Autonómica Preferente, que constaba de 12 equipos (180 jugadoras en total). Para el cálculo del tamaño muestral se ha tomado en consideración las diferentes muestras utilizadas por González-Badillo et al. (2016), Rauch et al. (2018) y Sánchez-Moreno et al. (2018), que utilizaron entorno a 15 jugadores para su intervención. A continuación, para mejorar la generalización de los datos se seleccionaron tres equipos por conveniencia: CUV Alcorcón Azul A, CV Sanse y FEEL Alcobendas, lo que sumó un total de 45 jugadoras. El proceso de selección llevado a cabo para encontrar el tamaño muestral se ve reflejado en Anexos (Anexo I; Figura 1)

Por otro lado, para la formación de grupos para este estudio se utilizará un método probabilístico por conglomerados, siendo un total de 3 grupos de 15 jugadoras, donde habrá deportistas de los diferentes equipos. Cada grupo realizará una intervención diferente, siendo las tres intervenciones, protocolo de pliometría, protocolo basado en fuerza-velocidad y ausencia de entrenamiento específico de fuerza.

Esta propuesta de diseño de estudio cumple con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2019) debiendo ser aprobado por el Comité Ético de la Universidad Europea de Madrid (UEM) previamente. Además, previo a la participación de las jugadoras en el proyecto deberán leer una hoja informativa de cómo se llevará a cabo el estudio y firmar el consentimiento informado por escrito (Anexo II, III, IV; Figuras 2, 3 y 4)

#### **4.2 Variables y material de medida**

Tipo de entrenamiento: variable dependiente, cualitativa nominal. Esta variable, se utilizará para comparar las diferentes variables.

Mejora del rendimiento en salto vertical. Altura del salto: variable independiente, cuantitativa continua. Se medirá mediante el CMJ test (Kipp et al., 2016) utilizando una plataforma de fuerza (Chronojump, Barcelona, España). Las mediciones se realizarán mensualmente, previo al entrenamiento, observando el aumento o la disminución de la altura del salto en centímetros.

Fatiga neuromuscular. Variable independiente, cuantitativa discreta. Se medirá mediante el CMJ test (Kipp et al., 2016) utilizando una plataforma de fuerza (Chronojump, Barcelona, España). Se medirá los días de entrenamientos previo a los ejercicios. Si se observa que el jugador está muy fatigado se podría modificar el entrenamiento para evitar posibles lesiones.

Bienestar. Variable independiente, cuantitativa discreta. Se medirá mediante el cuestionario wellness test, utilizado por los profesionales del deporte (Vavassori, et al 2024). Se evaluarán distintos ítems relacionados con la fatiga, calidad de sueño, estrés y dolor muscular, utilizando una escala del 0 al 5. Esta evaluación se

realizará todos los días posteriores al entrenamiento, y se asignará una puntuación entre 0 y 5, donde 0 indica ausencia de los síntomas evaluados y 5 representa la puntuación más alta, lo que sugiere que la deportista presenta una mal percepción de bienestar.

Se muestra en Anexos una tabla resumen que muestra todas las variables que se van a evaluar en el estudio (Anexo V; Tabla 1)

### **4.3 Procedimiento**

Para este protocolo de estudio se divide en 3 grupos experimentales: un grupo de entrenamiento pliométrico de miembro inferior, otro grupo de VBT en miembro inferior y, por último, un grupo control que realiza únicamente la preparación física del equipo de miembro superior para poder realizar una comparación efectiva del impacto de ambos protocolos de entrenamiento en el miembro inferior. El trabajo técnico-táctico previo al entrenamiento será el mismo para cada equipo siguiendo la planificación de la temporada de cada entrenador por lo tanto el nivel de fatiga al iniciar la preparación física será parecido, sin considerar las particularidades individuales de cada jugadora y su situación personal que puede provocar variaciones en la percepción de esfuerzo del entrenamiento.

Previo al comienzo del estudio se les entregará a los participantes la hoja informativa con el consentimiento informado para firmarlo accediendo a participar en el estudio. Se decide comenzar en octubre, tras la pretemporada en agosto y un mes de comienzo de la temporada (septiembre) para dar tiempo a los equipos a introducir un periodo preparatorio con una preparación física general y específica adecuada de los entrenadores para producir adaptaciones progresivamente en los niveles de fuerza general y a nivel del sistema neuromuscular tras las vacaciones de verano, con el fin de evitar lesiones y facilitar la transición a las exigencias de los protocolos de entrenamiento propuestos. La duración del estudio será de 7 semanas para poder observar las mejoras de ambos grupos experimentales. Cada equipo va a realizar la preparación física de miembro inferior con los protocolos de entrenamiento 3 veces a la semana en días separados, con un día de descanso entre entrenamiento, es decir: lunes, miércoles y viernes. Todos los grupos tendrán una duración de aproximadamente de 60 minutos, contando con un calentamiento

Lucía Ariza Pinilla y Alejandro Vilar Toledano



estandarizado de entre 10-15 minutos: incluyendo movilidad articular, estiramientos dinámicos, desplazamientos variados y, ejercicios preparatorios para el entrenamiento específico enfatizando en la musculatura de miembro inferior que se va a trabajar esa jornada. Cada sesión de entrenamiento también contará con alrededor de 5 minutos de una vuelta a la calma estandarizada con lo que pretende no generar o reducir los sesgos post-entrenamiento entre los 3 grupos de entrenamiento y entre los equipos.

Siguiendo las recomendaciones del modelo metodológico 5C de la Real Federación Española de Voleibol, la preparación física se realiza al final, ya que la prioridad del entrenamiento es el desarrollo técnico-táctico de las jugadoras, con el fin de no intervenir la fatiga con el sistema nervioso durante el entrenamiento, fomentando así la efectividad del entrenamiento tanto en la concentración y el aprendizaje técnico, como en rendimiento general (Ureña, 2021). Por todo ello, se realizan ambos protocolos experimentales de entrenamiento, tanto la pliometría como el VBT post-entrenamiento en pista con balón.

Además, en cada entrenamiento se realiza un seguimiento con evaluaciones previas para la medición de fatiga neuromuscular tras el entrenamiento técnico-táctico con balón, y la fatiga acumulada tras el anterior día de preparación físico. Esta medición previa se realiza mediante el test del CMJ. Se realiza con la intención de obtener información relevante para el estudio y para los entrenadores sobre el rendimiento diario de las jugadoras, pudiendo así modificar y ajustar las cargas del entrenamiento si muestran en el CMJ un nivel de fatiga elevado para así evitar posibles lesiones. Además, se realizará mensualmente para la valoración de la mejora de la altura del salto, por lo tanto, se observará se realiza una evaluación inicial, una evaluación intermedia - tras 1 mes de protocolo - y una evaluación final para poder observar los posibles cambios que presenten las jugadoras. Además, el cuestionario wellness también ofrece información sobre la fatiga producida tras el entrenamiento y se contesta al día siguiente de cada intervención. Se sigue también el principio de progresión en el entrenamiento, donde periódicamente en ambos protocolos se realizará un incremento de la carga donde también se llevarán a cabo evaluaciones de medición del rendimiento (una inicial, una a mitad del protocolo de entrenamiento y otra al finalizar) para poder medir la magnitud de la carga y su



progresión en el entrenamiento, ya sea en peso levantando, en el protocolo de VBT, o en variación del tipo de ejercicio, series por repeticiones o descanso, en el protocolo de pliometría.

Tras las semanas de intervención se analizarán los datos para observar las posibles mejoras de ambos grupos experimentales, 2 meses después. Se observa de manera clara el proceso de programación del estudio con la duración de la intervención en el esquema mostrado en la Figura 5.

**Figura 5.**

*Programación del estudio.*

TEMPORADA 2025/2026																											
EVALUACIONES																											
Mes	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO						
Semanas	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
Periodos PF	PERIODO PREPARATORIO								PERIODO DE INTERVENCIÓN																		
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7																

PF = Preparación Física

	EVALUACIONES
	INTERVENCIÓN
	ANÁLISIS DE DATOS

*Nota.* Organización del estudio incluyendo tanto el periodo de intervención, como las evaluaciones y el análisis de datos por parte de los investigadores. Elaboración propia.

En el caso de que se cumpla la hipótesis propuesta se ofrece al otro grupo experimental y el grupo control recibir el entrenamiento una vez finalizado.

Para el modelo de entrenamiento de pliometría se realizará un protocolo de entrenamiento de 7 semanas adaptado a las 12 semanas de entrenamiento de pliometría siguiendo el procedimiento del estudio Idrizovic et al. (2018) para poder igualar ambos protocolos de pliometría y VBT y con una duración suficiente para permitir observar las posibles mejoras del rendimiento. Se selecciona este estudio ya que cuenta con una población en un rango de edad de categoría junior cercano a la población diana de este estudio, por lo que se intuye que la respuesta al entrenamiento puede ser parecida. Se distribuye el entrenamiento de pliometría de miembro inferior con una progresión de ejercicios y carga marcando sets y repeticiones, con un descanso entre sets varía entre 2 a 5 minutos según la intensidad del ejercicio. Se puede ver detallada la distribución en la Tabla 2,

adaptada del artículo de Idrizovic et al. (2018) incluyendo únicamente las 7 semanas de intervención en el miembro inferior.

**Tabla 2**

*Protocolo de entrenamiento de pliometría adaptado a 7 semanas de intervención*

Semanas	Días entrenamiento	Ejercicio	Series x repeticiones (descanso (min))
1	Miércoles	Stiff Knee leg hops (2 legs)	5x 5 (2min)
		Maximal vertical jumps (2 legs)	5x 5 (2min)
		Maximal tuck jumps (2 legs)	5x 5 (2min)
2	Miércoles	Maximal lateral/diagonal jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
		Maximal broad jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
3	Miércoles	Obstacle jumps (2 legs, 30cm high)	6 x 3 (1min)
		Box shuffles (40 cm high)	6 x 3 (1min)
		Maximal vertical jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
4	Miércoles	Obstacle jumps (2 legs, 30cm high)	5 x 3 (3min)
		Maximal lateral/diagonal jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
		Box shuffles (40 cm high)	5 x 3 (3min)
5	Miércoles	Maximal broad jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
		Box jumps (2 legs, 40cm high)	5 x 3 (3min)
		Box shuffles (40 cm high)	5 x 3 (3min)
		Drop jumps (2 legs, 40cm depth)	5 x 2 (4min)
6	Miércoles	Maximal vertical jumps (2 legs)	5 x 3 (2min)
		Obstacle jumps (2 legs, 30cm high)	5 x 3 (3min)
		Drop jumps (2 legs, 40cm depth)	5 x 1 (2min)
		Box shuffles (40 cm high)	5 x 2 (3min)
7	Miércoles	Maximal lateral/diagonal jumps (2 legs)	4 x 4 (2min)
		Box jumps (2 legs, 40cm high)	4 x 4 (3min)
		Drop jumps (2 legs, 60cm depth)	5 x 1 (2min)
		Drop jumps + max vertical jump (2 legs, 40cm depth)	5 x 1 (2min)

*Nota.* Tabla resumen que muestra el programa de entrenamiento pliométrico en miembro inferior llevada a cabo en cada entrenamiento por semana. Adaptado de Idrizovic et al. (2018). Elaboración propia.

Antes de comenzar el protocolo de entrenamiento de VBT se procederá a medir de manera indirecta la repetición máxima (RM) de cada jugadora, utilizando la fórmula de Epley (Vigario, s.f), con el fin de calcular la carga efectiva y su progresión en el entrenamiento, según el porcentaje de RM para trabajar de manera efectiva (Grgic, et al 2020). Para la valoración de la pérdida de velocidad durante la sesión de entrenamiento, serán necesarios 3 apple watch, 1 para cada equipo, y la aplicación Spleeft VBT para su valoración (Achermann et al.,2023).

Con el fin de obtener un protocolo más completo enfocado al entrenamiento de VBT, se han utilizado dos protocolos diferentes. En el estudio realizado por Rauch et al. (2018) elaboró un protocolo enfocándose en los ejercicios de sentadilla, peso Lucía Ariza Pinilla y Alejandro Vilar Toledano

muerto y press de banca, con ejercicios accesorios para los días de los ejercicios principales, en jugadoras de voleibol universitarias. En este protocolo no se realizarán los ejercicios accesorios al ser muy similares a ejercicios pliométricos evitando así mezclar los dos métodos de entrenamiento. Además, se ha decidido eliminar el ejercicio de press de banca, para enfocarlo en el tren inferior. Para un protocolo más completo se ha decidido añadir un ejercicio de sentadilla con salto siguiendo el modelo de entrenamiento que realizó Sánchez-Moreno et al. (2018) en su estudio. Para diferenciar este ejercicio del grupo con protocolo pliométrico, el salto se realizará desde una contracción isométrica en media sentadilla, para únicamente utilizar la contracción concéntrica, se realizará con una pausa marcada entre repeticiones para que no sean seguidos, con el fin de no involucrar el CEA de la pliometría y realizar una separación apreciable entre ambos protocolos. A pesar de que la población utilizada en este último estudio son jugadores de voleibol masculinos con una media de edad mayor, el objetivo de ambos estudios es el mismo, utilizar la velocidad de ejecución de los ejercicios con cargas moderadas como herramienta para la mejora del salto vertical.

Para el modelo de entrenamiento de VBT se realizará un protocolo de entrenamiento de 7 semanas al igual que el protocolo realizado por Rauch et al. (2018). Se distribuye el entrenamiento de VBT de miembro inferior con una progresión de ejercicios y carga según el porcentaje de RM y la pérdida de velocidad. El protocolo comenzará con un RM del 67,5% acercándose a cargas cercanas a fuerza máxima y se irá disminuyendo progresivamente la carga hasta el 55% del RM con una menor pérdida de velocidad. Marcando sets y repeticiones, con un descanso entre sets de entre 1 y 2 minutos priorizando mantener la velocidad elevada. Se puede observar la distribución en la tabla 3, adaptada de los artículos de Rauch et al. (2018) y Sánchez-Moreno et al. (2018).

**Tabla 3.**
*Protocolo de entrenamiento de VBT para 7 semanas*

Semanas	Días entrenamiento	Ejercicio	Series, repeticiones y descanso	%RM	% Pérdida de velocidad
1	Lunes	Sentadilla	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
	Miércoles	Peso muerto	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
	Viernes	Sentadilla con salto	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
2	Lunes	Sentadilla	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
	Miércoles	Peso muerto	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
	Viernes	Sentadilla con salto	6 x 3 (1min)	67,50%	15%
3	Lunes	Sentadilla	6 x 3 (1min)	65%	15%
	Miércoles	Peso muerto	6 x 3 (1min)	65%	15%
	Viernes	Sentadilla con salto	6 x 3 (1min)	65%	10%
4	Lunes	Sentadilla	10 x 4 (1min)	60%	10%
	Miércoles	Peso muerto	8 x 3 (1min)	60%	15%
	Viernes	Sentadilla con salto	6 x 3 (1min)	60%	10%
5	Lunes	Sentadilla	10 x 4 (1min)	60%	10%
	Miércoles	Peso muerto	8 x 3 (1min)	60%	15%
	Viernes	Sentadilla con salto	5 x 3 (1min)	60%	5%
6	Lunes	Sentadilla	13 x 4 (2min)	60%	5%
	Miércoles	Peso muerto	9 x 3 (2min)	60%	5%
	Viernes	Sentadilla con salto	4 x 3 (2min)	60%	5%
7	Lunes	Sentadilla	13 x 4 (2min)	55%	5%
	Miércoles	Peso muerto	9 x 3 (2min)	55%	5%
	Viernes	Sentadilla con salto	4 x 3 (2min)	55%	5%

*Nota.* Tabla resumen que muestra el programa de entrenamiento de VBT para las 7 semanas de intervención mostrando ejercicio con sus respectivos porcentajes de RM, pérdida de velocidad y las series y repeticiones con el descanso realizado los 3 días de entrenamiento a la semana. Adaptado de los diferentes protocolos realizados por Rauch et al. (2018) y Sánchez-Moreno et al. (2018). Elaboración propia.

#### 4.4 Análisis de datos

El análisis estadístico que se realizará consistirá en una descripción de la muestra en base a medias y desviación típica. Tras ello, se realizará una evaluación de la normalidad de las variables medidas, a través de la prueba Kolmogorov Smirnov.

Por último, se realizarán los siguientes análisis de estadística inferencial.

Para responder al objetivo principal, se realizará la prueba de Chi-cuadrado en aquellas variables que no sigan una distribución normal.

Para responder al resto de objetivos específicos, se realizará la prueba T-test para las variables que sigan una distribución normal y la prueba de U de Mann-Whitney en aquellas variables que no sigan una distribución normal.

Todo el análisis de datos será llevado a cabo mediante el software SPSS V26.0 (Inc., Chicago, IL, USA).

## **5 Equipo investigador**

El equipo investigador estará conformado por dos investigadores principales, Lucía Ariza y Alejandro Vilar, que llevarán a cabo los protocolos de pliometría y fuerza-velocidad, y que trabajan como propios preparadores físicos en los equipos de la muestra, son licenciados en CAFyD y fisioterapia.

Dos investigadores secundarios, Eduardo López como apoyo del grupo investigador, y Daniel Ruiz, entrenador y preparador físico que será el responsable de llevar los entrenamientos del estudio en el Club Voleibol Sanse.

Los investigadores principales se encargarán de todo el proceso de reclutamiento y recogida del consentimiento informado, así como la parte final del análisis de resultados del estudio y su publicación. En cuanto al trabajo diario con los equipos y sus respectivas intervenciones los IP recibirán la ayuda de los IS para las evaluaciones diarias, mediciones de fatiga y seguimiento durante intervención, con el fin de que todo funcione dentro de lo establecido y siguiendo el protocolo. En Anexos se encuentran resumidas la distribución del organigrama dentro del equipo investigador (Anexos VI; Figura 6) y la tabla de las funciones de cada uno (Anexo VII; Tabla 4).

## **6 Viabilidad del estudio**

Para facilitar llevar a cabo este proyecto se utilizarán las instalaciones y los gimnasios de cada equipo pertinente y la intervención tendrá lugar en el mismo lugar dónde entrenan. Esa misma ubicación se encuentra en el pabellón donde realizan antes su entrenamiento técnico-táctico con balón lo cual permite seguir con la dinámica de organización del club y evitar a las jugadoras un desplazamiento innecesario. Se expondrá a todos los equipos el plan de intervención, la distribución Lucía Ariza Pinilla y Alejandro Vilar Toledano

de las sesiones y se solventará cualquier duda sobre el estudio. En cuanto a la recogida de datos, será dirigido por los investigadores y compañeros titulados, preparadores físicos y entrenadores de voleibol. Serán responsables de un equipo de cada club, estando ya integrados dentro de los respectivos cuerpos técnicos y asegurarán la realización del protocolo y el cuestionario online el día después de cada sesión de entrenamiento.

Este estudio requiere algunos materiales externos para llevarse a cabo de manera exitosa. Por un lado, para la realización del test CMJ y la medición de la altura del salto, así como la fatiga, precisa de una plataforma de fuerza, ChronoJump, para cada equipo ya que es de uso semanal en todos los entrenamientos, su precio en la tienda ronda los 130€, por lo tanto, sería 390€ por los tres equipos que participan. Además, para la intervención del entrenamiento VBT se requiere una aplicación validada para medir la velocidad de ejecución, esta se denomina llamada *Spleeft VBT*. La aplicación tiene un coste de 25€ anuales y es apta para iOS y Android. Para su funcionamiento requiere el uso de un Apple Watch, ya que realiza las mediciones pertinentes desde tu muñeca, por lo tanto, para el estudio se requiere al menos tener 3 para cada grupo experimental, su precio se encuentra alrededor de los 170-200€, siendo un total de 510-600€.

Para suplir los gastos se requiere una ayuda económica para financiar este estudio por lo que se solicitarán ayudas al Consejo Superior de Deportes (CSD) destinada a las “Redes de Investigación en Ciencias del Deporte” y a la Comunidad de Madrid: “Ayudas de atracción de talento Investigador”. Además, también se intentará adquirir becas por parte de la Federación Madrileña de Voleibol (FMV) y la Real Federación Española de Voleibol (RFEVB). Estas posibles entidades colaboradoras pueden resultarle de interés este proyecto de voleibol al tener como fin mejorar el rendimiento de las jugadoras jóvenes y el nivel nacional de voleibol.

### **6.1 Limitaciones del estudio**

Este estudio utiliza una muestra pequeña y limitada en categoría, sin embargo no se realiza el estudio con una muestra amplia ya que se requiere a unos equipos en la Comunidad de Madrid específicos para mostrar un nivel elevado y competente en primera división con el fin de poder observar su impacto en el rendimiento tras Lucía Ariza Pinilla y Alejandro Vilar Toledano

la intervención de manera correcta, aunque se seleccionen únicamente tres equipos, se enfocan en tres clubes como una conocida buena dinámica de trabajo y resultados a final de temporada, además que cuentan con profesionales conocedores de este tipo de entrenamientos.

Realizaremos las medidas del RM (repetición máxima) para calcular la carga efectiva y su progresión en el entrenamiento de manera indirecta, por lo que, a pesar de no resultar la medida más exacta de medición como la utilización de un Encoder para medir su repetición máxima, se decide utilizar el método indirecto ya que se obtiene una aproximación de la carga de trabajo efectiva, sin requerir una técnica del ejercicio perfecta si no efectiva, y evitando producir una fatiga o estrés innecesario en las jugadoras para no afectar su rendimiento en los entrenamientos técnico-tácticos durante la semana y el partido.

En este estudio se decide trabajar únicamente con el tren inferior debido a su mayor influencia en los movimientos específicos del voleibol, como el salto vertical que se evalúa en el estudio, intuyendo un mayor impacto en el rendimiento general de las jugadoras. Sin embargo, se propone para futuras líneas de investigación explorar el impacto del rendimiento deportivo con un trabajo global e integral, considerando tanto en miembro inferior como superior, intuyendo un aumento mayor en el rendimiento de las deportistas.

Por último, en caso de dificultades para plantear y poner en marcha la intervención del estudio debido a una posible negativa de los clubes, se procederá a explicar los beneficios de la investigación a corto y medio plazo, tanto en el nivel de rendimiento de las jugadoras como en el desempeño global del equipo, pudiendo fomentar una buena reputación del propio club.

## **7 Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible**

El estudio que se propone pretende obtener un impacto positivo y sostenible en los desafíos globales de la Agenda 2030 para así contribuir a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestas por las Naciones Unidas (2015). El



objetivo número 3, específicamente la meta 3.4, establece que para 2030 reducir un tercio la mortalidad prematura mediante la prevención y el tratamiento promoviendo la salud mental y el bienestar; por lo que este estudio incide en esta meta ya que no solo se centra en el rendimiento si no también en el ámbito de la salud y el bienestar general de las jugadoras de voleibol. Además, promueve un entrenamiento que permite una mejor recuperación en cuanto a fatiga y bienestar post-entrenamiento, lo cual contribuye a prevenir problemas de salud por el estrés físico y mental en el ámbito deportivo, específicamente la población joven de voleibol. Por otro lado, en el objetivo número 8, la meta 8.2 pretende lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, modernización tecnológica e innovación. En este estudio se fomenta una metodología innovadora tanto para la optimización del rendimiento de las deportistas con el fin de aumentar el nivel y la visibilidad del deporte a nivel internacional y así promover el crecimiento económico en el sector deportivo, específicamente del voleibol, fomentando el aumento de la aparición del equipo nacional en eventos internacionales debido a la mejora. Por último, en el objetivo 12; tanto la meta 12.2, que pretende una buena gestión y uso eficiente de los recursos naturales, como la meta 12.5, cuyo objetivo es reducir considerablemente la generación de desechos son respaldadas por este estudio al optar por el uso de encuestas en línea, en vez de con papel. Se pretende reducir el uso excesivo de recursos naturales y fomentar una buena gestión sostenible a futuro en la recopilación de datos evitando así el desperdicio al minimizar el impacto ambiental.



## 8 Referencias

- Achermann, B., Oberhofer, K., Ferguson, S. J., & Lorenzetti, S. R. (2023). Velocity-based strength training: The validity and personal monitoring of barbell velocity with the apple watch. *SPORTS* 2023, 11(7), 125. <https://doi.org/10.3390/sports11070125>
- Ahmadi, M., Hadi Nobari, Ramirez-Campillo, R., Pérez-Gómez, J., Ribeiro, A. L. de A., & Martínez-Rodríguez, A. (2021). Effects of plyometric jump training in sand or rigid surface on jump-related biomechanical variables and physical fitness in female volleyball players. *International journal of environmental research and public health*, 18(24), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413093>
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 89(6), 555-563. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0833-3>
- Akarçeşme, C., Cengizel, E., Şenel, Ö., Yıldırım, İ., Akyıldız, Z., & Nobari, H. (2022). Heart rate and blood lactate responses during the volleyball match. *Scientific Reports*, 12(1), 15344. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19687-3>
- Anicic, Z., Janicijevic, D., Knezevic, O. M., Garcia-Ramos, A., Petrovic, M. R., Cabarkapa, D., & Mirkov, D. M. (2023). Assessment of countermovement jump: What should we report?. *Life (Basel, Switzerland)*, 13(1), 190. <https://doi.org/10.3390/life13010190>
- Asociación Médica Mundial AMM. (2019). Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. <http://35.171.53.77/bitstream/handle/123456789/386/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295–310. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.3.295>
- Çakir, M., & Ergin, E. (2022). The Effect of Core Training on Agility, Explosive Strength and Balance in Young Female Volleyball Players. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 525-535. <https://doi.org/10.25307/jssr.1171779>
- Chuang, C.-H., Hung, M.-H., Chang, C.-Y., Wang, Y.-Y., & Lin, K.-C. (2022). Effects of Agility Training on Skill-Related Physical Capabilities in Young Volleyball Players. *Applied Sciences*, 12(4), 1904. <https://doi.org/10.3390/app12041904>
- Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara-Filho, M. G. (2014). Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 571–579. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25177184/>
- Fukutani, A., Isaka, T., & Herzog, W. (2021). Evidence for Muscle Cell-Based Mechanisms of Enhanced Performance in Stretch-Shortening Cycle in Skeletal Muscle. *Frontiers in physiology*, 11, 609553. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.609553>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand: Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>

- Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., & Sekulic, D. (2017). Plyometric training improves sprinting, jumping and throwing capacities of high level female volleyball players better than skill-based conditioning. *Journal of sports science & medicine*, 16(4), 527. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5721183/>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Ribas, J., López-López, C., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J. M., & Pareja-Blanco, F. (2016). Short-term Recovery Following Resistance Exercise Leading or not to Failure. *International journal of sports medicine*, 37(4), 295–304. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1564254>
- Grgic, J., Lazineca, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports medicine*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(Suppl 2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Idrizovic, K., Gjinovci, B., Sekulic, D., Uljevic, O., João, P. V., Spasic, M., & Sattler, T. (2018). The effects of 3-month skill-based and plyometric conditioning on fitness parameters in junior female volleyball players. *Pediatric Exercise Science*, 30(3), 353-363. <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0178>
- Jiménez-Reyes, P., Pareja-Blanco, F., Cuadrado-Peñafiel, V., Morcillo, J. A., Párraga, J. A., & González-Badillo, J. J. (2016). Mechanical, metabolic and perceptual response during sprint training. *International Journal of Sports Medicine*, 37(10), 807–812. <https://doi.org/10.1055/s-0042-107251>

- Kasabalis, A., Douda, H. T., Volaklis, K. A., & Theophilos, P. (2005). Energy Requirements of Elite Volleyball Players in Training and Competition. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 365-378. [https://www.researchgate.net/publication/274512019\\_Energy\\_Requirements\\_of\\_Elite\\_Volleyball\\_Players\\_in\\_Training\\_and\\_Competition](https://www.researchgate.net/publication/274512019_Energy_Requirements_of_Elite_Volleyball_Players_in_Training_and_Competition)
- Kipp, K., Kiely, M.T., & Geiser, C.F. (2016). Reactive strength index modified is a valid measure of explosiveness in collegiate female volleyball players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(5), 1341–1347. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001226>
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33, 1197-1206 [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6)
- Kozinc, Ž., Pleša, J., & Šarabon, N. (2021). Questionable Utility of the Eccentric Utilization Ratio in Relation to the Performance of Volleyball Players. *International journal of environmental research and public health*, 18(22), 11754. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211754>
- Lima, R., Castro, H. O., Afonso, J., Costa, G. C. T., Matos, S., Fernandes, S., & Clemente, F. M. (2021). Effects of congested fixture on men's volleyball load demands: Interactions with sets played. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2), 53. <https://doi.org/10.3390/jfmk6020053>
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Desarrollo Sostenible. Recuperado el 26 de noviembre 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Martínez-Rodríguez, A., Mira-Alcaraz, J., Cuestas-Calero, B. J., Pérez-Turpín, J. A., & Alcaraz, P. E. (2017). La Pliometría en el Voleibol Femenino. Revisión Sistemática (Plyometric Training in Female Volleyball Players. Systematic Review). *Retos*, 32, 208–213. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.56053>

- Marqués, M. C., van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., & González-Badillo, J. J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *Journal of strength and conditioning research*, 23(4), 1106–1111. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819b78c4>
- Mroczek, D., Januskiewicz, A., Kawczyński, A. S., Borysiuk, Z., & Chmura, J. (2014). Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2297–2305. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000425>
- Mroczek, D., Januskiewicz, A., Kawczyński, A. S., Borysiuk, Z., & Chmura, J. (2014). Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2297–2305. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000425>
- Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Abad, C. C., Franchini, E., & Loturco, I. (2016). Cardiac autonomic and neuromuscular responses during a karate training camp before the 2015 Pan American Games: A case study with the Brazilian national team. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(6), 833–837. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0461>
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The Stretch-Shortening Cycle. *Sports Medicine*, 36(11), 977–999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- Nikolaidis, P. T., Gkoudas, K., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Knechtle, B., Kasabalis, S., Kasabalis, A., Douda, H., Tokmakidis, S., & Torres-Luque, G. (2017). Who jumps the highest? Anthropometric and physiological correlations of vertical jump in youth elite female volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(6), 802–810. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06298-8>

- Pereira, A., Costa, A. M., Santos, P., Figueiredo, T., & João, P. V. (2015). Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina*, 51(2), 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.medic.2015.03.004>
- Raman, K. (2017). Sleep, Recovery, and Performance in Sports. *Neurologic Clinics*, 35(3), 547-557. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2017.03.002>
- Rauch, J. T., Loturco, I., Cheesman, N., Thiel, J., Alvarez, M., Miller, N., Carpenter, N., Barakat, C., Velasquez, G., Stanjones, A., Aube, D., Andersen, J. C., & De Souza, E. O. (2018). Similar Strength and Power Adaptations between Two Different Velocity-Based Training Regimens in Collegiate Female Volleyball Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(4), 163. <https://doi.org/10.3390/sports6040163>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 45(8), 817–828. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0829>
- Sampson, J. A., & Groeller, H. (2016). Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(4), 375–383. <https://doi.org/10.1111/sms.12445>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(9), 1725–1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Sanchez-Medina, L., Perez, C. E., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International journal of sports medicine*, 31(2), 123–129. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1242815>

- Sánchez-Moreno, M., García Asencio, C., González Badillo, J. J., & Díaz Cueli, D. (2018). Strength and vertical jump performance changes in elite male volleyball players during the season (Cambios en el rendimiento en fuerza y salto vertical en jugadores de élite masculinos de voleibol durante la temporada). *Retos*, 34, 291-294. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.65898>
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for Power Events. In Komi, P.V. (Ed.): *Strength and Power in Sports*. Oxford: Blackwell. 381-395. [https://stillmed.olympics.com/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/Encyclopaedia/2003\\_Komi.pdf](https://stillmed.olympics.com/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/Encyclopaedia/2003_Komi.pdf)
- Stangelli, L.C., Dourado, A.C., Oncken, P., Mançan, S., & Da Costa, S.C. (2008). Adaption on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 world championship. *Journal of strength and conditioning research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a5c4c>
- Staniszewski, M., Tkaczyk, J., Kęska, A., Zybko, P., & Mróz, A. (2024). Effect of rest duration between sets on fatigue and recovery after short intense plyometric exercise. *Scientific reports*, 14(1), 15080. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66146-2>
- Ureña, A. (2021) Método 5C. Voleibol. Cinco competencias para entrenar en la etapa de formación. Recuperado de <https://www.programa2025.com/wp-content/uploads/2021/03/Me%CC%81todo-5C-voleibol.pdf>
- Vavassori, R., Moreno Arroyo, M. P., & Ureña Espa, A. (2024). Training load and players' readiness monitoring methods used in volleyball: A systematic review. *Kinesiology*, 56(1), 61-77. <https://doi.org/10.26582/k.56.1.10>
- Vavassori, R., Moreno, M. P., & Ureña, A. (2023). The Perception of Volleyball Student-Athletes: Evaluation of Well-Being, Sport Workload, Players' Response, and Academic Demands. *Healthcare*, 11(11), 1538. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111538>



Verkhoshansky, N. (2012). *Special strength training methodology: Shock method and plyometrics*.

Verkhoshansky.com. <https://www.verkhoshansky.com/Portals/0/Presentations/Shock%20Method%20Plyometrics.pdf>

Vigario, N. (s.f). Repetición máxima o RM ¿Qué es y cómo obtenerla? *Buenos aires personal trainer*. [https://www.bsaspersonaltrainer.com.ar/repeticion-maxima-o-rm-que-es-y-como-](https://www.bsaspersonaltrainer.com.ar/repeticion-maxima-o-rm-que-es-y-como-obtenerla/#:~:text=1RM%20%3D%20(Peso%20levantado%20*%200%2C033,al%20fallo)%20%2B%20Peso%20levantado)

[obtenerla/#:~:text=1RM%20%3D%20\(Peso%20levantado%20\\*%200%2C033,al%20fallo\)%20%2B%20Peso%20levantado](https://www.bsaspersonaltrainer.com.ar/repeticion-maxima-o-rm-que-es-y-como-obtenerla/#:~:text=1RM%20%3D%20(Peso%20levantado%20*%200%2C033,al%20fallo)%20%2B%20Peso%20levantado)

Voigt, H. friedrich, & Vetter, K. (2003). The value of strength-diagnostic for the structure of jump training in volleyball. *European Journal of Sport Science*, 3(3), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17461390300073310>

Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 33–38. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181874512>

Włodarczyk, M., Adamus, P., Zieliński, J., & Kantanista, A. (2021). Effects of Velocity-Based Training on Strength and Power in Elite Athletes—A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5257. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105257>

Zhang, X., Feng, S., Peng, R., & Li, H. (2022). The Role of Velocity-Based Training (VBT) in Enhancing Athletic Performance in Trained Individuals: A Meta-Analysis of Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9252. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159252>

Znazen, H., Hammami, A., Bragazzi, N. L., Hadadi, A., & Slimani, M. (2022). Effects of Different Acute Plyometric Training Intensities on Attention and Psychological States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14959. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214959>

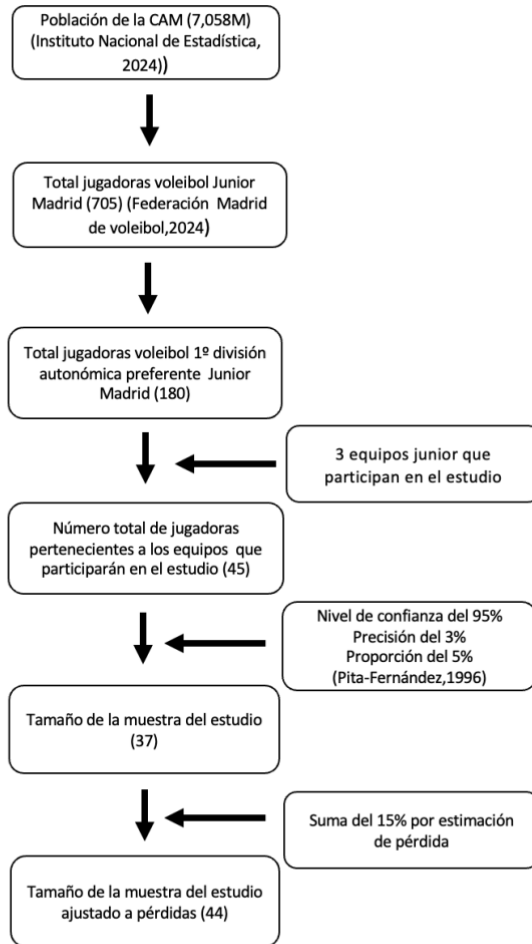


## 9 Anexos

### Anexo I. Tamaño Muestral

**Figura 1**

Diagrama de flujo



*Nota.* Proceso de selección llevado a cabo para el cálculo de la muestra en este estudio. Elaboración propia.

**Anexo II. Hoja informativa****Figura 2***Hoja Informativa*

**HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE SOBRE EL ESTUDIO:**

**“Diferentes protocolos de fuerza en la mejora de salto, bienestar y fatiga en jugadoras de voleibol Junior”**

Está leyendo la hoja informativa sobre el estudio de investigación al que puede participar si lo desea tras haber leído detenidamente la información sobre el proyecto y firmado el consentimiento informado al finalizar su lectura, entendiendo que, si decide proceder, su **participación es voluntaria** y puede retirarse de la intervención en cualquier momento sin penalización ni coste. Además, debe saber que no existe ningún tipo de compensación económica por su participación.

Objetivo del estudio

Usted forma parte de uno de los equipos federados juniors designados dentro de la Federación Madrileña de Voleibol (FMV) para formar parte en este estudio cuyo **objetivo** es analizar el efecto dos protocolos de entrenamiento diferentes, entrenamiento de pliometría y entrenamiento de fuerza dependiente de la velocidad (fuerza-velocidad), así como ayudar a optimizar el rendimiento y bienestar de las jugadoras.

Información del estudio: Intervención y muestra

Se trata de un estudio experimental donde las participantes serán asignadas aleatoriamente en dos grupos de trabajo, cuya **intervención** consiste en que cada grupo trabaje con un protocolo de entrenamiento, siempre bajo la supervisión de un profesional de entrenamiento deportivo. Este estudio tendrá una duración de 7 semanas, realizando la intervención práctica durante la preparación física del equipo correspondiente, durante 1 o 3 días a la semana dependiendo del protocolo experimental incluido, coincidiendo con su entrenamiento en pista y continuando con su trabajo técnico-táctico con balón con normalidad.

Se contará con una **muestra** de 45 jugadoras de media, donde todas las participantes pertenecen a equipos de voleibol federados de categoría junior en 1º división en la Comunidad de Madrid.

Beneficios y riesgos previstos

Existen **beneficios** de realizar ejercicio físico como la mejora del estado de ánimo y ayuda a prevenir depresión y ansiedad, ayuda a sentirse más activo, proporcionando un bienestar, aumentando la calidad de vida y la función cognitiva (Garber et al., 2011). Además, este estudio busca que la aplicación de ambos protocolos de entrenamiento contribuya a optimizar el rendimiento de las jugadoras, tanto en salto vertical y en la capacidad de generar potencia en situaciones de juego, como en el bienestar y la percepción de la fatiga.

*Nota.* Documentación entregada a las jugadoras para proporcionar toda la información relevante y necesaria sobre el estudio de manera clara y comprensible. Elaboración propia.

**Anexo III. Hoja informativa****Figura 3***Hoja Informativa*

Existen ciertos **riesgos** que pueden estar asociados a la práctica de ejercicio físico como dolor en las articulaciones o inflamación en los tendones por sobrecarga (Koplan, et al., 1985) o fatiga temporal. A pesar de ello, el programa de entrenamiento será supervisado por un entrenador experimentado en el procedimiento y se proporcionará una explicación detallada antes de iniciar cada sesión, así como contestar a cualquier duda. Se debe comunicar cualquier tipo lesión o malestar antes o durante la sesión.

Protección de datos y confidencialidad

De acuerdo con el **Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) o Reglamento (UE) 2016/679**, toda la información personal recopilada en este estudio será tratada de forma confidencial y utilizada únicamente para fines de investigación. Los datos serán anonimizados y solo el equipo de investigación tendrá acceso a ellos, garantizando la privacidad y seguridad de la información de las participantes.

Seguros

El promotor del estudio dispone de una póliza de seguros se ajusta a los estándares y normativas vigentes para garantizar la seguridad de las participantes, en cumplimiento con el **Real Decreto 1090/2015, de 4 de diciembre**, por el que se regula el Registro Español de Estudios Clínicos. Este decreto establece las medidas necesarias para proteger los derechos, la seguridad y el bienestar de las participantes en estudios de investigación.

Coste

Este estudio no supone ningún coste adicional, ya que las jugadoras tienen un compromiso con su equipo previo a la participación del estudio. Además, el tiempo de intervención está incluido en el tiempo asignado a la preparación física del equipo.

Contacto

En caso de duda o si necesita información adicional puede ponerse en contacto con los coordinadores del proyecto, Alejandro Vilar Toledano y Lucía Ariza Pinilla mediante el correo electrónico: [protocolovoleibol@universidadeuropea.es](mailto:protocolovoleibol@universidadeuropea.es)

**Referencias bibliográficas**

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>

Koplan, J. P., Siscovick, D. S., & Goldbaum, G. M. (1985). The risks of exercise: a public health view of injuries and hazards. *Public health reports* (Washington, D.C. : 1974), 100(2), 189–195.

*Nota.* Documentación entregada a las jugadoras para proporcionar toda la información relevante y necesaria sobre el estudio de manera clara y comprensible. Elaboración propia.

**Anexo IV. Consentimiento informado****Figura 4***Consentimiento Informado*

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Con mi firma, doy mi consentimiento para participar en el estudio titulado "Diferentes Protocolos de Fuerza en la Mejora de Salto, Bienestar y Fatiga en Jugadoras de Voleibol Junior" y entiendo que:

- **La participación es voluntaria**
- **He leído y comprendido la hoja informativa sobre el estudio**
- **He sido informado de forma suficiente y he podido preguntar mis dudas**

Tiene derecho a recibir una copia de este documento si lo desea.

En caso de duda o si necesita información adicional puede ponerse en contacto con los coordinadores del proyecto, Alejandro Vilar Toledano y Lucía Ariza Pinilla mediante el correo electrónico: [protocolovoleibol@universidadeuropea.es](mailto:protocolovoleibol@universidadeuropea.es)

**LA FIRMA EN ESTE DOCUMENTO IMPLICA SU PARTICIPACIÓN Y COMPROMISO EN EL ESTUDIO DESPUÉS DE HABER LEÍDO LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA HOJA DE CONSENTIMIENTO**

Nombre y apellido del participante: \_\_\_\_\_

Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Firma del participante: \_\_\_\_\_

---

He comentado este proyecto con el participante en un lenguaje comprensible, habiendo el procedimiento del estudio y realizado preguntas en caso de duda. He entregado una copia de la hoja de información.

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma de Investigador/es: \_\_\_\_\_

*Nota.* Documentación entregada a las jugadoras para que, una vez hayan leído y comprendido el estudio, confirmen su participación de forma voluntaria e informada. Elaboración propia.

## Anexo V. Tabla variables de investigación

**Tabla 1**

*Variables de la investigación*

Variable	Tipo	Medición	Evaluación
<b>Tipo de entrenamiento</b>	V. Dependiente, cualitativa nominal.	-	-
<b>Mejora salto vertical (altura)</b>	V. Independiente, cuantitativa continua.	CMJ, plataforma de fuerza.	Mensual, previo a la sesión.
<b>Fatiga neuromuscular</b>	V. Independiente, cuantitativa discreta.	CMJ, plataforma de fuerza.	Días de entrenamiento, previo a la sesión.
<b>Bienestar</b>	V. Independiente, cuantitativa discreta.	Wellness test	Días posteriores a las sesiones.

*Nota.* Tabla resumen que muestra todas las variables que se van a evaluar en el estudio. Elaboración propia

## Anexo VI. Equipo investigador

**Figura 6.**

*Organigrama del equipo investigador.*



*Nota.* Equipo investigador y funciones de los investigadores. Elaboración propia.

**Anexo VII. Equipo investigador.**

**Tabla 4.**

*Funciones de las personas responsables del estudio*

TAREAS	PERSONA RESPONSABLE	
	INVESTIGADORES PRINCIPALES (IP)	INVESTIGADORES SECUNDARIOS (IS)
RECLUTAMIENTO	X	
FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO	X	X
EVALUACIONES CMJ	X	X
RECOGIDA DE EVALUACIONES WELLNESS	X	X
SEGUIMIENTO Y DIRECCIÓN DEL PROTOCO DE INTERVENCIÓN	X	X
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS	X	
PUBLICACIÓN DE RESULTADOS	X	

*Nota.* Reparto en las funciones del equipo investigador con las diversas tareas que se van a llevar a cabo en el estudio. Elaboración propia.