

Álvaro Amo Ahedo, Albert de la Fuente Huguet y Raúl Jareño Gil

EFICACIA DE LA HERRAMIENTA DE VIBRACIÓN FOCAL COMBINADA CON EJERCICIO PAUTADO EN LA ACTIVACIÓN DEL VASTO MEDIO DEL CUÁDRICEPS EN FUTBOLISTAS AMATEURS. MEDIDO MEDIANTE ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE. ENSAYO ALEATORIZADO A DOBLE CIEGO.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

dirigido por Sra. Gisela Cisa Ribas

Grado de Fisioterapia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2025



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

Vistiplau pel lliurament i defensa del **Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia**

En/na.....en la
seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

REALITZAT PER:

.....
.....
.....
.....

ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data

**Gisela
Cisa
Ribas**

Firmado
digitalmente por
Gisela Cisa Ribas
Fecha:
2025.05.07
17:18:07 +02'00'



RESUMEN

Introducción: El fútbol es un deporte con alta exigencia biomecánica, donde la rodilla es especialmente vulnerable a lesiones. Para prevenirlas y rehabilitarlas, se emplean programas basados en entrenamiento neuromuscular. En este contexto, la Vibración Focal surge como una herramienta prometedora para mejorar la activación muscular.

Material y métodos: Ensayo clínico aleatorizado a doble ciego realizado a un total de 17 futbolistas federados, pertenecientes al *Reus Futbol Club Reddis* y la *Fundació Fútbol Base Reus*. Para poder participar en el estudio, los sujetos debían ser mayores de 18 años, no sufrir ninguna patología durante el estudio y entrenar un mínimo de tres veces por semana. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria en el grupo intervención, formado por 8 futbolistas y en el grupo placebo, constituido por 9 futbolistas. Ambos realizaron el mismo programa de ejercicios y recibieron Vibración Focal a 140 Hz durante 5 minutos, con y sin cabezal, respectivamente. La variable principal fue la activación muscular del Vasto Medio del Cuádriceps, que fue medida mediante electromiografía de superficie. Para su medición, se analizaron cinco disparos, antes y después de la intervención.

Resultados: No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la actividad eléctrica del Vasto Medio del Cuádriceps entre los grupos de estudio ($p > 0,05$). Se han detectado mejoras en la activación eléctrica muscular de los disparos realizados con el antepié ($p = 0,08$) y el empeine ($p = 0,07$) únicamente en el grupo intervención.

Conclusiones: No existen diferencias estadísticamente significativas en la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps tras la aplicación de la Vibración Focal a 140 Hz y un programa de ejercicios pautados en una única sesión.

Palabras clave: Vibración, Electromiografía, Músculo Cuádriceps, Ejercicio en Circuitos.

ABSTRACT

Introduction: Football is a sport with high biomechanical demands, where the knee is particularly vulnerable to injuries. To prevent and rehabilitate them, programmes based on neuromuscular training are used. In this context, focal vibration emerges as a promising tool to improve muscle activation.

Material and methods: Randomised double-blind clinical trial carried out on a total of 17 federated football players belonging to the Reus Futbol Club Reddis and the Fundació Futbol Base Reus. In order to participate in the study, subjects had to be over 18 years of age, not suffer from any pathology during the study and train at least three times a week. The participants were randomly assigned to the intervention group, made up of 8 footballers, and to the placebo group, made up of 9 footballers. Both performed the same exercise programme and received Focal Vibration at 140 Hz for 5 minutes, with and without head respectively. The main variable was the muscle activation of the vastus medius quadriceps, which was measured by surface electromyography. For its measurement, five shots were analysed, before and after the intervention.

Results: No statistically significant differences were observed in the electrical activity of the vastus medialis quadriceps between the groups ($p > 0.05$). Improvements in electrical muscle activation were detected in the electrical activation of the shots performed with the forefoot ($p = 0.08$) and instep ($p = 0.07$) in the intervention group.

Conclusions: There are no statistically significant differences in the electrical muscle activation of the vastus medialis quadriceps after the application of focal vibration at 140 Hz and an exercise programme in a single session.

Keywords: Vibration, Electromyography, Quadriceps muscle, Circuit Exercise.

Tabla de abreviaturas

Abreviaturas	Significado
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
VF	Vibración Focal
Hz	Hercios
VM	Vasto Medio
EMGS	Electromiografía de Superficie
SENIAM	Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles
Mv	Milivoltio
VI	Vibración Inducida
RMS	Root mean Square
CMJ	Salto contramovimiento
mBar	Milibares

Tabla de figuras y tablas

Nombre de la tabla	
Tabla 1	Características descriptivas de la muestra y variables principales del estudio en la Evaluación inicial.
Tabla 2	Diferencia entre la Evaluación inicial y la Evaluación final de las variables del estudio.
Tabla 3	Evaluación de la variable diferencia y la variable descriptiva lesión.
Nombre de la figura	
Figura 1	Diagrama de flujo
Figura 2	Gráficos de las variables descriptivas
Figura 3	Posición en el terreno de juego de los futbolistas analizados



INTRODUCCIÓN

El fútbol es uno de los deportes que a lo largo de su historia ha estado en constante crecimiento y mejora. Es un deporte que si se ve desde un punto de vista biomecánico combina movimientos articulares complejos, como, por ejemplo: correr, saltar, pivotar lateralmente, entre otros. Además, en el fútbol, la articulación de la rodilla es la más expuesta a sufrir alguna alteración o patología como consecuencia de su desempeño deportivo.

Si se analizan las principales lesiones del fútbol, se puede observar que existen diversas alteraciones, las principales se encuentran en el miembro inferior. Estas afecciones afectan de forma negativa al rendimiento del futbolista. (1,2)

La lesión típica por excelencia en el fútbol es la del Ligamento Cruzado Anterior (LCA). El mecanismo lesional incluye las acciones de pivotar lateralmente, el aterrizaje después de un salto o en la acción de desaceleración. Esta afección es debida al desplazamiento anterior de la tibia combinado con un movimiento de rotación y valgo de la rodilla. Este gesto biomecánico, aumenta la tensión del LCA y puede provocar una rotura parcial o total del mismo (1,2).

Hewet, T *and col.* (2010) determinaron los posibles desequilibrios musculares que aumentan el riesgo de sufrir una lesión en el fútbol. En primer lugar, se encuentran las alteraciones musculares por falta de activación de este, que provoca una mala gestión de la absorción de fuerzas y cargas. Seguido de asimetría de los miembros inferiores y dominancia de la musculatura del tronco (2).

En su estudio, Hewet, t *and col.* concluyeron que el déficit de control neuromuscular es la causa principal de lesión de los elementos estabilizadores de la rodilla, ya que las fuerzas de cizalla tibiales juntamente con el valgo de rodilla y la traslación anterior con rotación tibial interna generan unas cargas excesivas que no pueden ser soportadas (2).

Reafirmando lo anteriormente dicho, hay varios autores que determinan que los desequilibrios musculares de los miembros inferiores y del tronco, especialmente aquellos que están relacionados con la dominancia del músculo Cuádriceps, favorecen la lesión del LCA (3,4).

Por este motivo, Meeuwisse, W. *and col.* han basado su estudio de investigación para establecer protocolos de prevención y rehabilitación para este tipo de alteración ligamentosa (5).

Si se analizan los protocolos ya existentes del LCA, se observa que gran parte de estos utilizan el entrenamiento neuromuscular; pliometría, propiocepción, flexibilidad y fortalecimiento, como herramienta de prevención y rehabilitación (5,6).

Varios autores demuestran que mediante la estimulación vibratoria se activan los receptores somatosensoriales que se relacionan con la orientación y el movimiento global articular (5-7).

Van den Hoorn, W. *and col.* (2018) evaluaron la función somatosensorial mediante vibración de baja amplitud en el complejo musculo-tendinoso de la extremidad inferior. Esta evaluación detalló que la modificación del centro de presión provoca un reflejo de adaptación postural asociado a los husos musculares. Es decir, la vibración a baja amplitud crea una sensación de alargamiento muscular en la zona aplicada y modifica de forma automática la postura del sujeto (8).

La vibración puede ser localizada o de todo el cuerpo, el tiempo de actuación es corto y puede producir un aumento transitorio de la actividad eléctrica muscular, potencia y circulación sanguínea.

Este estudio muestra modalidades de aplicación de la Vibración Focal (VF) diferentes, centrándose en la frecuencia de vibración, el tiempo de aplicación y el estado muscular (9).

Brunetti, O *and col.* (2012) realizaron un estudio donde trabajaba con una frecuencia de 100 Hercios (Hz) en miembro inferior realizando ejercicios de contracción y relajación isométrica voluntaria no máxima (9).

Por otro lado, Rodríguez, J. *and col.* (2024), en su estudio se analiza la capacidad eléctrica muscular del Cuádriceps en una acción isométrica de la extensión de rodilla de 5 segundos de duración, mediante la aplicación de VF a una frecuencia variable de entre 100 a 180 Hz (10).

Es por ello por lo que el objetivo principal del presente estudio es evaluar la efectividad de la VF y el ejercicio pautado para cuantificar la actividad eléctrica muscular del Vasto Medio (VM) del Cuádriceps en futbolistas sanos amateurs.

OBJETIVOS

Objetivo principal: Evaluar la efectividad de la Vibración Focal a 140 Hz con un programa de ejercicio pautado para cuantificar el aumento de la actividad eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps en futbolistas sanos amateurs.

Objetivos específicos:

1. Comparar la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps previo y posterior a la intervención mediante la aplicación de Vibración Focal y el programa de ejercicios pautados en el primer disparo a portería con la premisa de marcar gol con el interior del pie.
2. Comparar la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps previo y posterior a la intervención mediante la aplicación de Vibración Focal y el programa de ejercicios pautados en el segundo disparo a portería con la premisa de marcar gol con el exterior del pie.
3. Comparar la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps previo y posterior a la intervención mediante la aplicación de Vibración Focal y el programa de ejercicios pautados en el tercer disparo a portería con la premisa de marcar gol con el interior del pie.
4. Comparar la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps previo y posterior a la intervención mediante la aplicación de Vibración Focal y el programa de ejercicios pautados en el cuarto disparo a portería con la premisa de marcar gol con el exterior del pie.
5. Comparar la activación eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps previo y posterior a la intervención mediante la aplicación de Vibración Focal y el programa de ejercicios pautados en el quinto disparo a portería con la premisa de marcar gol con el empeine del pie.
6. Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas en la precisión de los disparos a portería en función de la presencia o ausencia de lesión en los participantes.

Hipótesis: La herramienta de Vibración Focal a 140Hz combinada con un programa de ejercicio pautado aumenta la actividad eléctrica muscular del Vasto Medio del Cuádriceps en futbolistas sanos amateurs.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio es un ensayo clínico aleatorizado a doble ciego de dos grupos de intervención. Un primer Fisioterapeuta (Fisioterapeuta 1) ha creado la secuencia de asignación y un segundo Fisioterapeuta (Fisioterapeuta 2) ha citado y evaluado a los participantes en el estudio. La distribución entre ambos grupos ha sido con una razón de uno a uno, es decir, un grupo de estudio ha recibido el tratamiento experimental por un tercer Fisioterapeuta (Fisioterapeuta 3) mediante la herramienta de VF y al mismo tiempo el otro grupo ha recibido el tratamiento placebo. La investigación se ha realizado durante el mes de marzo de 2025, en el *Estadi Municipal de Reus*.

El protocolo del presente estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación con medicamentos (CEIm Instituto de Investigación Sanitaria Pere Virgili) el día 19/12/2024 (Ref. CEIm 012/2024) (Anexo 1). Esta aprobación asegura que se cumplen los requisitos éticos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con el objetivo de estudio, y que son apropiados tanto la capacidad de los profesionales que intervienen en el estudio, como los medios disponibles para llevarlo a cabo. El estudio se ha realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki promulgada por la Asociación Médica Mundial (11).

Se ha utilizado la guía de verificación CONSORT para asegurar una base sólida para construir y presentar presente ensayo clínico aleatorizado (12).

Participantes

Se han reclutado jugadores de fútbol amateur federados en la *Federació Catalana de Futbol*, durante la temporada 2024 – 2025, del equipo masculino del *Reus Futbol Club Reddis* y del equipo femenino *Fundació Futbol Base Reus*. Los futbolistas participantes han sido citados, evaluados y tratados en las instalaciones deportivas de su club.

Criterios de inclusión

No sufrir ninguna alteración o patología durante el estudio. Tener una edad igual o superior a 18 años. Realizar una práctica deportiva un mínimo 3 veces por semana. Ser futbolista del *Reus Futbol Club Reddis* o de la *Fundació Futbol Base Reus*.

Criterios de exclusión

Sufrir alguna patología actualmente. Recibir algún tipo de tratamiento en la zona de interés del estudio. Tener alguna contraindicación absoluta o relativa en las

herramientas de medición; Electromiografía de Superficie (EMGS) y/o VF (Anexo 2).
Rechazar firmar el *Consentimiento Informado* (Anexo 3).

Procedimiento

Obtención del Consentimiento Informado

El procedimiento que se ha llevado a cabo para solicitar el *Consentimiento Informado* (Anexo 3) es el siguiente: los sujetos se han reclutado a través del club. El equipo investigador se ha cerciorado de que los participantes cumplen los criterios de inclusión y se aplican los de exclusión. A continuación, los sujetos seleccionados para el presente estudio de investigación se han dirigido al Fisioterapeuta 1 y éste les ha explicado la naturaleza del estudio. Una vez se le ha ofrecido la explicación mediante la *Hoja de Información al Participante* (Anexo 4), a los sujetos que han decidido participar en el presente estudio se les ha solicitado su firma en el *Consentimiento Informado* (Anexo 3).

Intervención

Una vez el sujeto de estudio ha firmado el *Consentimiento Informado* (Anexo 3), y antes de iniciar el protocolo de intervención, se le ha realizado un *Cuestionario on-line* (Anexo 5). En dicho cuestionario se realizan preguntas relacionadas con las medidas antropométricas del sujeto, los años que lleva practicando fútbol, su miembro inferior dominante, entre otra información relevante para el presente estudio de investigación (Anexo 5).

En el momento que el futbolista ha rellenado el cuestionario (Anexo 5). Se inicia el protocolo de intervención.

Para iniciar dicho protocolo, el sujeto de estudio realiza el calentamiento con su equipo. De esta forma el equipo investigador se asegura de que el futbolista realice un calentamiento conocido para él para poder activar de forma óptima los miembros inferiores.

Al finalizar el calentamiento con el equipo, el Fisioterapeuta 2 se encarga de preparar al futbolista para iniciar los disparos a portería.

En primer lugar, se dispone, en la pierna dominante del sujeto a evaluar, la herramienta de EMGS. Se han colocado los electrodos siguiendo la normativa establecida por la *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) (13).

El participante debe tener las piernas rasuradas, acudir sin cremas ni geles hidratantes, ni cualquier otro artefacto en el miembro inferior dominante que pueda alterar los resultados electromiográficos de la prueba.

- Electrodo 1: VM de Cuádriceps. Según la normativa establecida por la SENIAM, se deben de disponer los electrodos a una distancia inferior a 20 milímetros en dirección paralela a las fibras musculares y perpendiculares a la superficie de la piel. Además, se sitúan sobre el vientre muscular a valorar. Se tiene que registrar la posición de los electrodos a la misma distancia de la estructura ósea más cercana para asegurar la correcta colocación de estos en todos los sujetos de estudio (13).

En segundo lugar, una vez se coloca la sonda de EMGS al futbolista, se le hace entrega de un *iPad 2*. En dicho dispositivo el jugador tiene que visualizar un vídeo explicativo de la ejecución de los cinco disparos a portería, con la premisa de marcar gol (Anexo 6). De esta forma el equipo investigador se asegura de que todos los sujetos reciban la misma información. Como refuerzo durante el proceso de medición el Fisioterapeuta 2 se encarga de indicar con órdenes verbales directas qué disparo tiene que ejecutar según el protocolo establecido.

A continuación, se detalla de forma precisa la ejecución de cada disparo a portería (14):

1. El balón se dispone en el punto de penalti, es decir, a una distancia de 11 metros desde la línea de meta. El futbolista tiene que chutar con la parte interior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
2. El balón se dispone en el punto de penalti, es decir, a una distancia de 11 metros desde la línea de meta. El futbolista tiene que chutar con la parte exterior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
3. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de meta con la parte interior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
4. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de meta con la parte exterior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
5. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de

meta con el empeine del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.

En tercer lugar, una vez el sujeto ha realizado los cinco disparos a portería, éste se ha de dirigir a la zona preparada para realizar el programa de ejercicios pautados en la *Tabla de ejercicios* (Anexo 7), con el Fisioterapeuta 1. Para poder evitar que el jugador pierda el estado de activación física se han colocado *Carteles explicativos* (Anexo 8), en cada posta de ejercicios. Se cuenta con un cartel de tamaño DIN A3 para una explicación general de todos los ejercicios. Además de un cartel de tamaño DIN A4 para cada ejercicio individual con información específica de la ejecución de este; número de repeticiones, velocidad de ejecución del ejercicio y una imagen descriptiva del mismo (Anexo 8). De esta forma el equipo investigador se asegura de que todos los sujetos reciban la misma información y de que el futbolista realice el número de repeticiones establecido en el programa a una velocidad controlada y pautada.

En cuarto lugar, el Fisioterapeuta 3, se encarga de aplicar la herramienta de VF, *V-Plus* de la casa comercial Wintecare®. Se describe que esta herramienta está clasificada como tipo: IIa (Ann. IX-Rule9- 93/42/EEC and saa) Clase I Type B (EN 60601-1:2006/A1:2013). Los cabezales de dicho equipo se posicionan en el VM del Cuádriceps del miembro inferior dominante de forma fija con una cincha.

El sujeto se posiciona en sedestación en un banco, con las piernas apoyadas en el suelo con una flexión de 90°. Así mismo, también se dispone de un temporizador con pantalla para que el sujeto pueda ver el tiempo de ejecución y descanso del ejercicio de contracción isométrica que debe de realizar a lo largo de la aplicación de la herramienta de VF.

- Grupo intervención: se inicia la herramienta de VF en la zona de interés del estudio ya mencionada, a una frecuencia de 140 Hz, de esta manera se asegura la estimulación de las fibras la aferentes. Esta estimulación de las fibras provoca una entrada excitadora de las motoneuronas α y describe una contracción refleja denominada como vibración tónica. Esta contracción refleja se asocia con posibles modificaciones en la excitabilidad del asa espinal que puede inducir a adaptaciones musculares a largo plazo (14,15,16), durante 5 minutos. Mientras se aplica la herramienta de VF, el jugador tiene que permanecer en reposo durante 40 segundos para después realizar una contracción isométrica de Cuádriceps en el movimiento de extensión de rodilla durante 20

segundos, así sucesivamente hasta que transcurran los 5 minutos de aplicación de la herramienta. El Fisioterapeuta 3 es el encargado de controlar dicha contracción isométrica y el tiempo de activación - descanso durante los cinco minutos de intervención.

- Grupo placebo: se inicia la herramienta de VF en la zona de interés del estudio ya mencionada, a una frecuencia de 140 Hz, pero sin cabezal, para asegurar la no estimulación del VM del Cuádriceps (14,15), durante 5 minutos. Mientras se aplica la herramienta de VF, el jugador tiene que permanecer en reposo durante 40 segundos para después realizar una contracción isométrica de Cuádriceps en el movimiento de extensión de rodilla durante 20 segundos, así sucesivamente hasta que transcurran los 5 minutos de aplicación de la herramienta. El Fisioterapeuta 3 es el encargado de controlar dicha contracción isométrica y el tiempo de activación - descanso durante los cinco minutos de intervención.

La posición del cabezal de la herramienta de VF, V-Plus para los participantes en el presente estudio de investigación:

- Cabezal 1: VM del Cuádriceps

Para evitar que los futbolistas sepan a qué grupo de investigación pertenecen, intervención o placebo, se les ha puesto unos auriculares con ruido blanco.

En último lugar, se le solicita al sujeto que vuelva a realizar la acción de cinco disparos a portería, en la distancia de 11 metros y 20,15 metros, ya mencionado anteriormente en este apartado, con el Fisioterapeuta 2.

De esta forma se obtienen las mismas variables de los cinco disparos a portería previos y posteriores a la intervención descrita con la herramienta de VF.

Variables

Variable principal

Activación muscular del VM del Cuádriceps en milivoltios (mV) (17). Esta variable se ha recogido mediante la herramienta de EMGS *BTS FREEMG 1000* (Directiva 93/42 / CEE de la UE y sus enmiendas, incluida la Directiva 2007/47 / CEE). La EMGS permite registrar diferencias de potencial a través de señales eléctricas. Estas diferencias de potencial se originan mediante la despolarización de las membranas musculares. La señal producida por la musculatura en el momento en que se contrae de forma voluntaria y la sumación de nuevas unidades motoras, son recogidas por los electrodos y de esta forma se permite conocer el

reclutamiento de las fibras musculares y cuando aparece fatiga, ya que, en este caso, disminuyen los datos de reclutamiento de las fibras musculares un mínimo de un 20% (18).

Variables secundarias

Toda la información necesaria para completar las variables secundarias se ha recopilado mediante un *Cuestionario on-line* (Anexo 5).

- Edad: esta variable se ha segmentado en rangos de edad para formar 2 grupos de características similares. En el primer grupo se ha incluido a los futbolistas de edad entre 18 y 20 años y en el segundo a los futbolistas de edad entre 21 y 24 años.
- Lesión previa: en esta variable se distingue a los futbolistas que han padecido algún tipo de lesión en los miembros inferiores y aquellos que no han sufrido ninguna lesión.
- Género: los futbolistas participantes en este estudio provienen tanto del equipo masculino como del femenino. Se obtuvo una muestra de 11 jugadores del equipo masculino, incluyendo tanto al primer equipo como a los juveniles y 6 jugadoras del equipo femenino, todas del primer equipo.
- Posición en el terreno de juego: esta variable se ha considerado para evaluar si existe alguna diferencia en función de la posición en la que juega cada futbolista.
- Lesión previa en miembro hábil: esta variable se ha analizado ente los sujetos que han sufrido alguna lesión con el fin de determinar si han sido en el miembro dominante o en el no dominante.

Tamaño muestral

Para poder determinar y calcular el tamaño muestral del estudio de investigación se ha utilizado la calculadora informática GRANMO (versión 7.12) (19)

Se ha aceptado un riesgo α de 0,05 y un riesgo β inferior al 0,20, en un contraste bilateral, hacen falta 32 sujetos en ambos grupos para poder detectar una diferencia igual o superior a 1,9 unidades en la actividad eléctrica muscular del VM del Cuádriceps. Se asume que la desviación estándar común es de 2,4 y se ha estimado pérdidas de seguimiento de un 20% (20) (Anexo 9).

La diferencia para detectar y la desviación estándar común se ha obtenido del estudio de Drummond, M.D.M. *and col.* (2021). En dicho estudio se analiza el efecto crónico del entrenamiento de fuerza máxima realizado con y sin la adición de Vibración Inducida (VI). El primer grupo ha sido tratado mediante la herramienta de VF y el segundo grupo ha sido

placebo. Los resultados obtenidos muestran una mejoría no significativa de la fuerza dinámica máxima y la hipertrofia muscular de los flexores del codo (20).

Análisis de los datos

Una vez registrada la señal de EMGS, se analiza mediante el programa informático *BTS EMG – Analyzer*. En primer lugar, se realiza un rectificado de señal, seguido de un filtro de baja frecuencia – Butterworth con una frecuencia de corte de 400 Hz –. Este filtro favorece la eliminación de los registros de baja frecuencia que dañan la señal obtenida. En segundo lugar, se realiza un filtro de alta frecuencia – Butterworth con una frecuencia de corte de 20 Hz –. Este filtro tiene la función de eliminar los resultados que tengan una frecuencia muy alta, pudiendo ser provocada por la activación de la musculatura adyacente. En tercer lugar, se realiza el procedimiento Root mean Square (RMS) con una ventana fija de 100 milisegundos. El procedimiento RMS se basa en una integral que se produce en los puntos de frecuencia en el registro de la EMGS, de esta forma se normaliza la señal obtenida. Por último, se lleva a cabo un autoescalado para poder observar los resultados en las mismas unidades, mV (21).

Métodos estadísticos

El análisis estadístico se ha realizado mediante el programa informático IBM SPSS v28.

En primer lugar, se ha recodificado las variables cuantitativas – grupo de intervención en el estudio, género, miembro inferior dominante, edad, lesiones previas, lesiones del miembro inferior hábil y posición en el terreno de juego en una variable cualitativa ordinal. Se ha creado una nueva variable en función de las variables ya existentes. Esta nueva variable nombrada como “Diferencia” es el producto de restar los resultados obtenidos en la evaluación posterior de la primera intervención (Evaluación 1) y los datos obtenidos de la primera intervención basal (Evaluación inicial 1). Esta nueva variable se ha creado para todas las variables dependientes del presente estudio.

En segundo lugar, se ha realizado la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, para poder determinar la distribución, paramétrica y no paramétrica, de la muestra. A continuación, mediante la prueba estadística t-Student para muestras independientes y la prueba U de Mann Whitney, según si la variable paramétrica o no paramétrica, se ha establecido la homogeneidad de los grupos de estudio, intervención y placebo, antes de iniciar el estudio de investigación para cada variable dependiente analizada.

En tercer lugar, se ha realizado la prueba chi-cuadrado para variables cualitativas, en nuestro caso, la edad, el género, lesión y miembro inferior dominante. Se ha escogido el valor P para determinar la significancia. Se ha utilizado el porcentaje para conocer el número de casos en grupo intervención y grupo placebo.

En cuarto lugar, se realiza un contraste de hipótesis mediante la variable “Diferencia” de todas las variables del estudio de investigación, para así poder determinar si existen diferencias significativas una vez se ha terminado el estudio de investigación en ambos grupos. Para las variables independientes del presente estudio se utiliza la prueba estadística paramétrica t-Student para muestras independientes y la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney, según cómo se distribuyan las variables.

Además, para reforzar la estadística inferencial, se realiza la prueba t-Student para muestras relacionadas con las variables paramétricas del estudio y la prueba Wilcoxon para las variables no paramétricas del estudio, para poder comprobar si existen cambios significativos en las distintas variables antes de iniciar la intervención y justo después de terminarla.

Por último, se ha llevado a cabo la prueba ANOVA para determinar si existe significancia entre las variables “Diferencia” de los disparos y las variables cualitativas de nuestro estudio mencionadas anteriormente.

RESULTADOS

Características basales de la población

Durante el mes de marzo de 2025 se llevó a cabo el período de reclutamiento de los jugadores de fútbol del *Reus Futbol Club Reddis* y de la *Fundació Futbol Base Reus*. De estos equipos, un total de 17 futbolistas, tanto masculinos como femeninos, decidieron participar en el presente estudio de investigación, durante el período competitivo de sus respectivas ligas.

El equipo investigador ha llevado a cabo el seguimiento del presente estudio y se ha asegurado de que todos los participantes cumplan con los requisitos de inclusión y acepten formar parte del estudio de forma voluntaria.

Los futbolistas fueron asignados aleatoriamente en el grupo de intervención y en el grupo placebo, fueron evaluados, tratados según la descripción mencionada en el apartado de metodología y reevaluados siguiendo el protocolo de estudio.

Durante el seguimiento del estudio se ha producido una pérdida de participación del 15%, dicha pérdida es inferior a la estimada en el cálculo muestral (20%). De los 20 futbolistas previstos para el análisis (considerado como el 100% de la muestra), se pudieron analizar los datos de 17 participantes, lo que supone una pérdida de 3 futbolistas.

Además, en el momento que el equipo de investigación se puso en contacto con los dos clubes anteriormente mencionados, un jugador del equipo masculino y dos jugadoras del equipo femenino no participaron por rechazar participar en el presente estudio. El período de intervención se dio por finalizado el 26 de marzo de 2025, una vez alcanzado el tiempo estipulado por el equipo investigador (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo

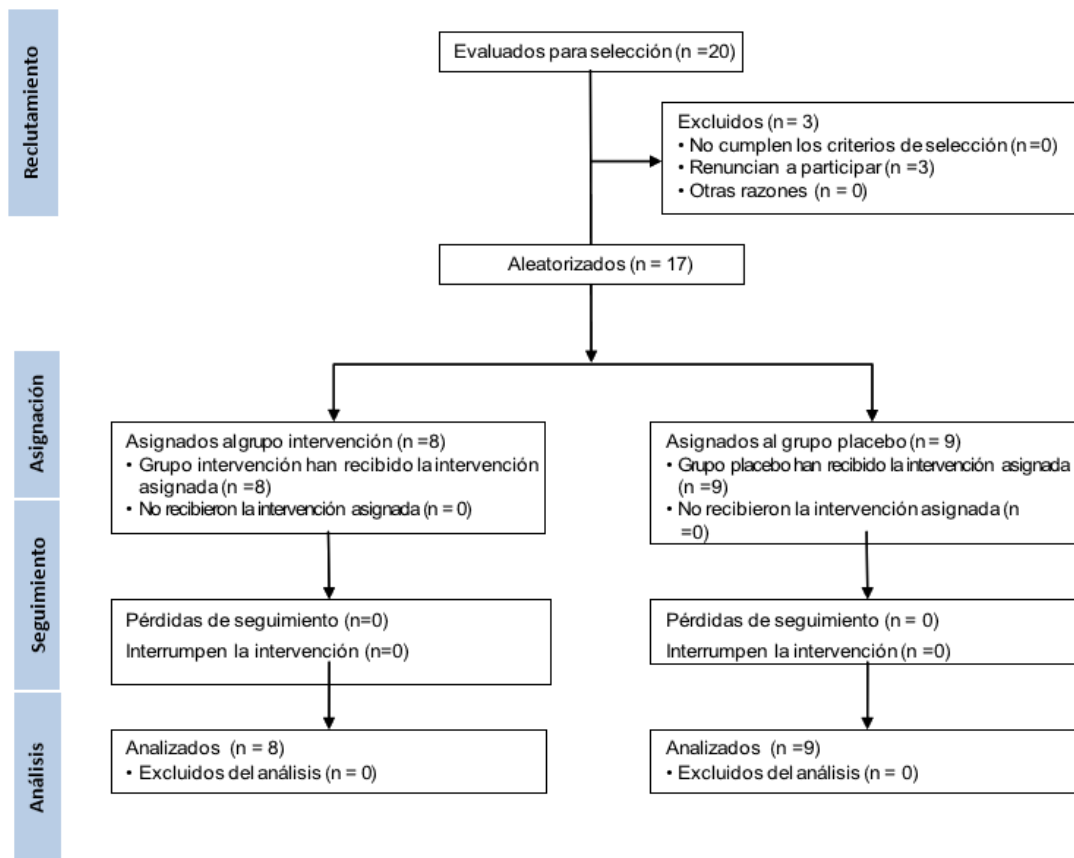


Diagrama de flujo de las fases del presente ensayo clínico aleatorizado paralelo de dos grupos

Análisis descriptivo

Antes de iniciar la intervención, el equipo investigador se ha cerciorado de que los grupos de investigación son homogéneos y no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, tanto para las variables descriptivas como para las variables principales del presente estudio de investigación (Tabla 1).

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra y variables principales del estudio en la Evaluación inicial.

	Grupo intervención n= 8	Grupo placebo n= 9	Valor P
VARIABLES DESCRIPTIVAS			
Edad (años), (% grupo 1)	62,50%	55,60%	0,58
Lesión (si/no), (% si)	37,50%	55,60%	0,40
Género (h/m), (% h)	66,70%	62,50%	0,63
Miembro inferior dominante (d/i), n%	---	---	---
VARIABLES PRINCIPALES			
Primer disparo (Hz)	0,63±0,28	0,50±0,27	0,17
Segundo disparo (Hz)	0,72±0,47	0,66±0,37	0,38
Tercer disparo (Hz)	0,67±0,39	0,68±0,53	0,49
Cuarto disparo (Hz)	0,81±0,43	0,74±0,46	0,37
Quinto disparo (Hz)	0,93±0,54	0,78±0,48	0,27

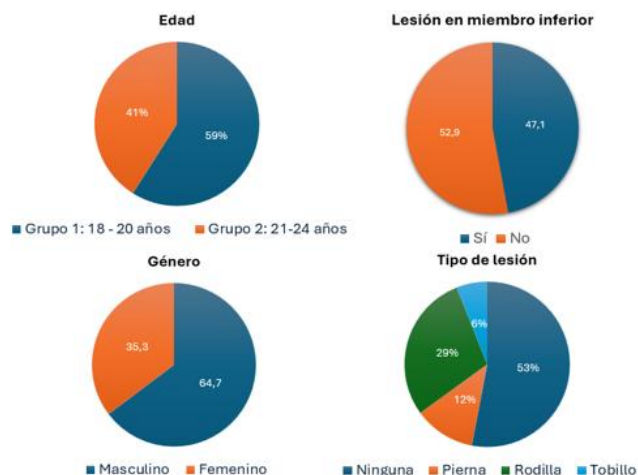
Los resultados de las variables descriptivas se expresan mediante el porcentaje de la prueba chi-cuadrado. El valor p se ha obtenido de la prueba exacta de Fisher. Los resultados de las variables principales se expresan mediante media \pm desviación estándar. El valor de p se ha obtenido mediante la prueba de t-Student. Abreviaturas: Hombre: h; Mujer: m; Derecho: d; Izquierdo: i; Hercios: Hz.

Una vez el equipo investigador se ha cerciorado de que los grupos de estudio son homogéneos y de que las variables son paramétricas (Anexo 10), se ha realizado los rangos de relación de las variables según si tienen una distribución normal o no normal.

Gracias a la prueba bivariable de Pearson, se ha observado que, entre los cinco disparos a puerta con el objetivo de marcar gol, existe una relación positiva fuerte indicando que las correlaciones observadas son estadísticamente significativas al nivel de confianza del 99% (Anexo 10).

Mediante el *Cuestionario on-line* (Anexo 5) facilitado a los futbolistas antes de iniciar la intervención, se puede observar que el 59% de los futbolistas analizados pertenecen al subgrupo de edad de entre 18 – 20 años. El 64,70% de los futbolistas analizados pertenecen al género masculino y de todos los futbolistas analizados el 50% ha sufrido una lesión en ambos miembros inferiores. Además, el 94,12% de los futbolistas analizados llevan más de 10 años jugando al fútbol (Figura 2).

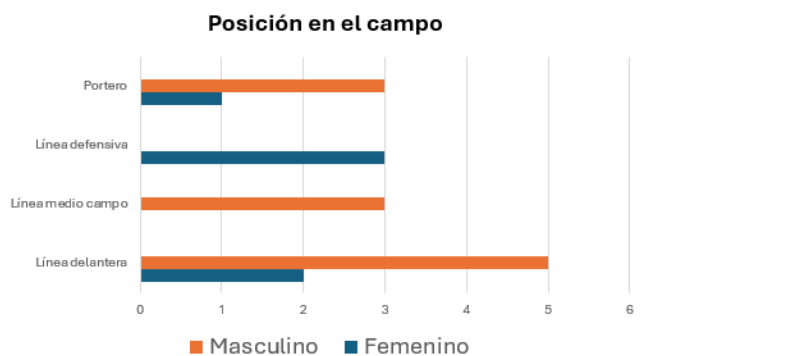
Figura 2. Gráficos de las variables descriptivas



Clasificación de los futbolistas analizados según las variables descriptivas; Edad, Género, Lesión en miembro inferior y Tipo de lesión.

Si se tiene en cuenta la posición en el terreno de juego de los futbolistas analizados, el 41,20% juegan en la línea delantera, el 17,60% juega en la línea media, el 17,60% juega en la línea defensiva y el 23,50% son porteros (Figura 3).

Figura 3. Posición en el terreno de juego de los futbolistas analizados



Clasificación de los futbolistas analizados según género y posición en el terreno de juego.

Evaluación de la herramienta de Vibración Focal:

En primer lugar, se realiza un contraste de hipótesis mediante la variable Diferencia de todas las variables del presente estudio de investigación.

En segundo lugar, se ha realizado la prueba t-Student para muestras independientes. En dicha prueba estadística se ha analizado el resultado de los cinco disparos a puerta con la premisa de marcar gol. Se ha obtenido un valor de significancia superior a 0,05, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Diferencia entre la Evaluación inicial y la Evaluación final de las variables del estudio.

	Límite inferior	Límite superior	Valor P	Tamaño de efecto
Primer disparo (Hz)	-0,42	0,15	0,17	0,28
Segundo disparo (Hz)	-0,50	0,38	0,38	0,43
Tercer disparo (Hz)	-0,49	0,50	0,49	0,48
Cuarto disparo (Hz)	-0,54	0,39	0,37	0,45
Quinto disparo (Hz)	-0,68	0,37	0,27	0,51

Los resultados del límite inferior y superior nos indica el intervalo de confianza (95%) de cada disparo. El valor p se ha obtenido mediante la prueba t- Student para muestras independientes. Abreviaturas: Hercios: Hz.

En tercer lugar, al no obtener un valor de significancia mediante la comparación de ambos grupos de estudio, intervención y placebo, se ha realizado la prueba t-Student para muestras relacionadas analizando los grupos por separado. En el grupo intervención se ha obtenido un valor de significancia superior a 0,05, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la Evaluación inicial y la final del estudio (Anexo 10). No obstante, hay dos variables que muestran una mejoría respecto a la evaluación inicial, dichos disparos son el primero donde se obtuvo un P valor de 0,08 y en quinto donde se obtuvo un P valor 0,07.

En cuarto lugar, se ha analizado al grupo placebo y se ha obtenido un valor de significancia superior a 0,05, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la Evaluación inicial y la final del estudio (Anexo 10).

En último lugar, se ha realizado la prueba estadística ANOVA para cerciorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la variable Diferencia de cada disparo a portería y las variables descriptivas del presente estudio de investigación (Tabla 1).

Tabla 3. Evaluación de la variable diferencia y la variable descriptiva lesión.

	Límite inferior	Límite superior	Valor P	Tamaño de efecto
Primer disparo (Hz)	-0,07	0,20	0,64	-0,05
Segundo disparo (Hz)	-0,07	0,40	0,12	0,10
Tercer disparo (Hz)	-0,07	0,47	0,05	0,18
Cuarto disparo (Hz)	-0,07	0,44	0,08	0,14
Quinto disparo (Hz)	-0,07	0,05	0,93	-0,07

Los resultados del límite inferior y superior se obtienen del valor Epsilon cuadrado con el intervalo de confianza (95%) de cada disparo. El valor p se ha obtenido mediante la prueba ANOVA de un factor. Abreviaturas: Hercios: Hz.

Los resultados obtenidos muestran que únicamente existen diferencias estadísticamente significativas entre la variable descriptiva lesión y el tercer disparo a portería (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio ha sido evaluar la efectividad de la VF a 140 Hz agregada a un programa de ejercicio pautado para la presente investigación (Anexo 7).

Antes de iniciar el análisis de los resultados obtenidos mediante las valoraciones en ambos grupos de estudio, intervención y placebo, se debe de tener en cuenta que dichos grupos de investigación son homogéneos previo a iniciar el presente estudio de investigación (sig. > 0,05).

Si se analizan los resultados obtenidos al finalizar la intervención, se puede observar que la VF combinada con el programa de ejercicio pautado durante una única intervención no aumenta la actividad eléctrica muscular del VM del Cuádriceps. Así mismo, al analizar ambos grupos de estudio por separado, se ha observado una mejoría en los resultados del grupo intervención en los Hz del primer disparo ($p=0,08$; $d=0,27$), balón en el punto de penalti, a 11 m de la línea de meta, con el interior del pie, y del quinto disparo ($p=0,07$; $d=0,26$), balón en la frontal del área, a 20,15 m de la línea de meta y con el empeine del pie, pero sin alcanzar la significancia estadística ($p>0,05$).

En la actualidad, los protocolos de entrenamiento mediante ejercicio pautado y el entrenamiento por vibración son uno de los métodos más vanguardistas y efectivos para mejorar el rendimiento neuromuscular (21).

Autores como Rodríguez-Rodríguez S *and col.* realizaron una única intervención de VF a una frecuencia de entre 100 – 180 Hz durante un ejercicio de sentadilla en atletas aficionados para evaluar la efectividad de dicho tratamiento en un ejercicio de contracción muscular activa. Los autores concluyeron que el grupo intervención, obtuvo valores de significancia positiva en la potencia media ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,475$), la velocidad máxima ($p < 0,010$; $\eta^2 = 0,091$) y la velocidad media ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,504$) de la ejecución de la sentadilla, pero no hallaron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de la actividad muscular de ninguno de los músculos analizados del miembro inferior ($p>0,05$) (22).

Así mismo, este grupo de investigadores evaluaron los efectos de un protocolo de VF de alta frecuencia (>100 Hz) añadido a un calentamiento con contracciones musculares activas en el rendimiento deportivo de 70 atletas aficionados; 35 en grupo experimental y 35 en grupo simulado. El grupo experimental mostró mejoras estadísticamente significativas en la fuerza isométrica (+17,46%; $p < 0,001$), salto contra movimiento (CMJ) (+4,89%; $p < 0,001$) y sprint de 30 metros (-3,75%; $p < 0,001$), con tamaños del efecto grandes ($\eta^2 \geq 0,30$). El grupo simulado solo mejoró significativamente en la fuerza isométrica (+11,34%; $p = 0,018$). La EMGS evidenció una reducción significativa en la actividad muscular en todos los músculos

del grupo simulado, y únicamente en el recto femoral del grupo experimental. Los autores concluyen que la VF potencia el rendimiento motor, posiblemente mediante modificaciones plásticas en el sistema nervioso central, y podría considerarse una estrategia útil para mejorar el rendimiento en disciplinas deportivas de alta potencia (10).

Por otro lado, Azzollini *and col.* hallaron un aumento de la fuerza muscular al introducir vibración de 100 Hz a una intensidad de 120 milibares (mBar) de segmentos corporales en los tendones de los músculos de la pierna mientras el sujeto, perteneciente al grupo de VF con observación de la acción, visualizaba un vídeo de una sesión de entrenamiento de gimnasio de 20 minutos de duración diseñada para fortalecer el músculo Cuádriceps. Los otros grupos de dicho estudio mostraron una mejoría de los resultados, pero sin que esta llegue a ser significativa. Los autores concluyeron que la VF, entre 100 – 180 Hz, con la observación activa del gesto deportivo promueve la potenciación muscular a largo plazo y produce un cambio inmediato y sostenido en la capacidad de la respuesta sináptica y la reorganización de la vía sináptica, lo que se traduce en un aumento de la fuerza muscular (23).

Aprile *and col.* evaluaron los efectos de la VF muscular en 48 sujetos sanos (edad: 31 ± 8 años), asignados a tres grupos: vibración a 100 Hz, vibración a 200 Hz y grupo control sin tratamiento. La intervención consistió en una tarea de alcance visualmente guiada realizada en el plano sagital mediante un dispositivo robótico. Los resultados mostraron una mejora significativa únicamente en el grupo tratado a 200 Hz, con un aumento en el número de repeticiones (T0: $51,4 \pm 22,7$; T2: $66,3 \pm 11,8$) y una mayor suavidad del movimiento reflejada en la disminución del Tirón Normalizado, que representa la tasa del cambio de la aceleración durante el movimiento (T0: $10,5 \pm 2,8$; T2: $7,7 \pm 0,5$). Los autores concluyeron que la VF muscular a 200 Hz mejora el rendimiento motor en extremidades superiores de sujetos sanos, con efectos que se mantienen al menos 10 días después del tratamiento (24).

Fattorini *and col.* realizaron una revisión sistemática de 22 estudios sobre la eficacia de la VF en la recuperación de la hipofunción neuromotora. Los resultados muestran mejoras significativas en la fuerza muscular, potencia, movilidad articular, control postural y reducción del dolor, tanto en poblaciones con déficits ortopédicos, neurológicos o postquirúrgicos, como en adultos mayores y deportistas tras pausas prolongadas. La mayoría de los estudios aplicaron protocolos de corta duración, pero alta frecuencia (100 Hz, 0,2–0,5 milímetros, 10 minutos, 3 veces al día durante 3 días), que indujeron efectos positivos inmediatos y persistentes de hasta 12 meses, sin entrenamiento físico adicional. Las mejoras se extendieron más allá del músculo tratado, afectando tareas multiarticulares y funciones motoras complejas, lo que sugiere un mecanismo de potenciación sináptica de largo plazo en

los circuitos propioceptivos. La VF demostró capacidad para restaurar la función motora incluso en ausencia de actividad física intensa, lo que la posiciona como una intervención clave en fases tempranas de rehabilitación o en sujetos con baja capacidad funcional (25).

Drummond, M.D.M. *and col.* realizaron un estudio cuyo objetivo era comparar los efectos crónicos del entrenamiento de fuerza dinámica máxima con y sin la aplicación de la VF, sobre la generación de fuerza máxima e hipertrofia de los músculos flexores de codo en sujetos entrenados. La muestra de dicho estudio fue de 20 hombres que estuvieran habituados a un entrenamiento de fuerza y se dividieron en dos grupos. A 10 participantes se les aplicó la VF (grupo intervención) y a los otros 10 participantes solamente el entrenamiento convencional (grupo placebo). Los resultados mostraron un aumento significativo y similar de la fuerza dinámica máxima en ambos grupos, por lo que dicha hipótesis no se confirmó. Por lo tanto, considerando los resultados de las pruebas de fuerza, la aplicación de VF al entrenamiento de fuerza no alteró la magnitud de las adaptaciones al entrenamiento (20).

Los resultados observados de los distintos autores afirman que las modificaciones positivas de la función muscular no surgen únicamente de manera local, sino que pueden estar involucradas en las respuestas del sistema nervioso central. Así mismo, respalda el uso de la VF como herramienta complementaria a un programa de entrenamiento con observación de la ejecución del gesto deportivo con dos o más días de intervención en los atletas aficionados.

Centrándose a nivel de rehabilitación deportiva o readaptación, la combinación de VF a alta intensidad durante la contracción muscular voluntaria puede ayudar a los atletas a mejorar su rendimiento deportivo y a reducir el número de lesiones.

Limitaciones del estudio

La principal limitación del presente estudio de investigación ha sido poder encontrar muestra disponible y voluntaria para la realización de este. El tamaño de la muestra final del presente estudio es reducido si se compara con el valor obtenido en el cálculo del tamaño muestral, esto podría considerarse como una limitación y desventaja frente a los resultados no significativos de la presente investigación.

En segundo lugar, el tiempo de realización de la intervención se ha visto alterado por la falta de tiempo, por lo que únicamente se ha podido realizar una única sesión de intervención a los sujetos analizados, y no se ha podido evaluar los efectos de la VF a medio y largo plazo.

En tercer lugar, al tener una muestra única del mismo club de fútbol, tanto femenino como masculino, ha reducido la variabilidad de la muestra en cuanto a entrenamiento y preparación física de los deportistas, pudiendo alterar así los resultados obtenidos.

En cuarto lugar, puede existir un sesgo en la medición del rendimiento deportivo. Aunque el equipo investigador se aseguró de controlar todas las variables de estudio mediante vídeos, instrucciones verbales y seguimiento en vivo de la ejecución de los disparos a puerta, dichos disparos podrían verse influidos por factores externos al estudio como la motivación de los futbolistas, fatiga muscular residual o las posibles variaciones ambientales.

Por último, el presente estudio se centra exclusivamente en la medición de la actividad eléctrica del VM del Cuádriceps, sin evaluar variables complementarias como la fuerza, velocidad, potencia o precisión del disparo a portería, que pueden aportar un amplio abanico de variables para mejorar la eficacia del protocolo y la significancia de los resultados.

Líneas futuras

El presente estudio de investigación puede servir de precedente para nuevos estudios que consideren evaluar los efectos de la VF a medio o largo plazo combinada con un programa de ejercicio pautado. Además, se puede extrapolar el protocolo de investigación a diferentes poblaciones y disciplinas deportivas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican la oportunidad de continuar la investigación con una muestra más amplia, más días de intervención y más recogida de variables con el fin de evaluar si el incremento porcentual observado podría alcanzar significación estadística al ampliar el tamaño de la muestra.

Aplicabilidad

La intervención basada en VF combinada con un programa de ejercicio pautado presenta, en este estudio, una aplicabilidad clínica limitada. Esto se debe principalmente a que la intervención se realizó en una única sesión, lo cual reduce significativamente su impacto potencial en un entorno clínico o deportivo real. En la práctica clínica, generalmente se requiere una intervención sostenida en el tiempo para producir cambios funcionales relevantes y duraderos.

No obstante, la literatura científica revisada en el propio documento respalda el uso de la VF como una herramienta efectiva en otros estudios donde se ha aplicado durante varios días o semanas, mostrando beneficios en el rendimiento motor, la fuerza muscular y la rehabilitación neuromuscular. Esto sugiere que, si bien la intervención concreta de este estudio tiene una aplicabilidad clínica baja, la VF sí podría ser altamente aplicable en la práctica clínica real cuando se incorpora en protocolos más prolongados y sistemáticos.

CONCLUSIONES

No existen diferencias estadísticamente significativas en la activación eléctrica muscular del VM del Cuádriceps tras la realización de un programa de ejercicio pautado y la aplicación de VF a 140 Hz.

Existe una tendencia positiva en la frecuencia de activación eléctrica muscular del VM del Cuádriceps en el primer y en el quinto disparo a puerta en el grupo intervención.

Los resultados reflejados a través de la prueba ANOVA indican que solo el tercer disparo a portería presenta diferencias estadísticamente significativas en relación con la variable lesión lo que sugiere una posible influencia de la condición lesional en la activación muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bertomeu, J. M. B., Bocanegra, J. M. F., Redondo, G. U., Alcover, E. A., Pascual, J. L., & Llavador, L. M. (2019). ¿Podrían prevenirse las lesiones de ligamento cruzado anterior en futbolistas? KneeMotion, nueva herramienta IBV para la valoración funcional de la rodilla. *Revista de biomecánica*, (66), 37-41.
2. Moraleda, B. R., Cuellar, Á., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J., & Paredes, V. (2017). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. RICYDE. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 13(48), 117-38.
3. Montalvo AM, Schneider DK, Silva PL, et al. '¿Cuál es mi riesgo de sufrir una lesión del ligamento cruzado anterior mientras juego fútbol?' una revisión sistemática con metanálisis . *Br J Sports Med* 2019; 53 :1333–40.
4. Boling M, Padua D, Marshall S, et al. Diferencias de género en la incidencia y prevalencia del síndrome de dolor patelofemoral. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20 :725–30.
5. Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, et al. Un modelo dinámico de etiología en lesiones deportivas: la naturaleza recursiva del riesgo y la causalidad. *Clinical Journal of Sport Med* 2007; 17 :215-9.
6. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, et al. Lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto en atletas femeninas: una declaración de conceptos actuales del Comité Olímpico Internacional. *Br J Sports Med* 2008; 42 :394–412.
7. Bahr R, Krosshaug T. Comprensión de los mecanismos de lesión: un componente clave para prevenir lesiones en el deporte. *Br J Sports Med* 2005; 39 :324–9.
8. van den Hoorn W, Kerr GK, van Dieën JH, Hodges PW. Center of Pressure Motion After Calf Vibration Is More Random in Fallers Than Non-fallers: Prospective Study of Older Individuals. *Front Physiol.* 2018 Mar 26; 9:273.
9. Brunetti, O., Botti, F. M., Roscini, M., Brunetti, A., Panichi, R., Filippi, G. M., Biscarini, A., & Pettorossi, V. E. (2012). Focal vibration of quadriceps muscle enhances leg power and decreases knee joint laxity in female volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 52(6), 596–605.

10. Canet-Vintró, M., Rodríguez-Sanz, J., López-de-Celis, C., Campañá-Arnal, E., Hidalgo-Garcia, C., & Pérez-Bellmunt, A. (2024). Effects of focal vibration on changes in sports performance in amateur athletes: A randomized clinical trial. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 42(9), 2106-15.
11. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical reearch involving human subjects. *JAMA* 2013 Nov 27;310(20):2191-94.
12. Butcher NJ, Monsour A, Mew EJ, Chan AW, Moher D, Mayo-Wilson E, Terwee CB, Chee-A-Tow A, Baba A, Gavin F, Grimshaw JM, Kelly LE, Saeed L, Thabane L, Askie L, Smith M, Farid-Kapadia M, Williamson PR, Szatmari P, Tugwell P, Golub RM, Monga S, Vohra S, Marlin S, Ungar WJ, Offringa M. Guidelines for Reporting Outcomes in Trial Reports: The CONSORT-Outcomes 2022 Extension. *JAMA*. 2022 Dec 13;328(22):2252-64.
13. Blackburn T, Padua DA, Pietrosimone B, Schwartz TA, Spang JT, Goodwin JS, Dewig DR, Johnston CD. Vibration improves gait biomechanics linked to posttraumatic knee osteoarthritis following anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Res*. 2021 May;39(5):1113-22.
14. Fattorini, L., Rodio, A., Pettorossi, V. E., & Filippi, G. M. (2021). ¿Es la vibración muscular focal una intervención efectiva de condicionamiento motor? Una revisión sistemática. *Revista de morfología funcional y kinesiología*, 6(2),39.
15. Rocchi L, Suppa A, Leodori G, Celletti C, Camerota F, Rothwell J, Berardelli A. Plasticity Induced in the Human Spinal Cord by Focal Muscle Vibration. *Front Neurol*. 2018 Nov 2;9:935.
16. Filippi GM, Brunetti O, Botti FM, Panichi R, Roscini M, Camerota F, Cesari M, Pettorossi VE. Improvement of stance control and muscle performance induced by focal muscle vibration in young-elderly women: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009 Dec;90(12):2019-25.
17. Hermens H, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000 Oct;10(5):361-74.
18. Mejuto F, Villalibre I, González – Hidalgo M, Franco C. Quantitative evaluation of the maximal voluntary activity pattern. *EEG and Clinical Neurophysiology* 1998 Dec; 106:29.

19. Datarus. GRANMO [Internet]. Barcelona: 2022; [fecha de acceso: 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.datarus.eu/ca/aplicacions/granmo/>
20. Drummond, M. D. M., Couto, B. P., Oliveira, M. P., & Szmuchrowski, L. A. (2021). Effects of Local Vibration on Dynamic Strength Training. *Journal of strength and conditioning research*, 35(11), 3028–34.
21. Anagnostakou V., Chatzimichail K., Dimopoulos S., Karatzanos E., Papazachou O., Tasoulis A., Anastasiou-Nana M., Roussos C., Nanas S. Efectos del entrenamiento en ciclo interválico con o sin entrenamiento de fuerza sobre la reactividad vascular en pacientes con insuficiencia cardíaca. *J. Card. Fail.* 2011;17: 585–91.
22. Rodríguez-Rodríguez, S., Canet-Vintró, M., López-de-Celis, C., Shen-Chen, Z., Caballero-Martínez, I., García-Ribell, E., & Rodríguez-Sanz, J. (2025). Immediate Effects of Focal Muscle Vibration on Squat Power and Velocity in Amateur Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 10(1), 60.
23. Azzollini V, Fragapane N, Baster Z, Carozzo S, Dalise S, Chisari C. Focal muscle vibration and action observation: a combined approach for muscle strengthening. *Eur J Transl Myol.* 2024 Sep 3;34(3):12366.
24. Aprile, I., Di Sipio, E., Germanotta, M., Simbolotti, C., & Padua, L. (2016). Muscle focal vibration in healthy subjects: evaluation of the effects on upper limb motor performance measured using a robotic device. *European journal of applied physiology*, 116(4), 729–737.
25. Fattorini, L., Rodio, A., Filippi, G. M., & Pettorossi, V. E. (2023). Effectiveness of Focal Muscle Vibration in the Recovery of Neuromotor Hypofunction: A Systematic Review. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(3), 103.

Álvaro Amo Ahedo, Albert de la Fuente Huguet y Raúl Jareño Gil

**EFICACIA DE LA HERRAMIENTA DE VIBRACIÓN FOCAL COMBINADA
CON EJERCICIO PAUTADO EN LA ACTIVACIÓN DEL VASTO MEDIO DEL
CUÁDRICEPS EN FUTBOLISTAS AMATEURS. MEDIDO MEDIANTE
ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE. ENSAYO ALEATORIZADO A
DOBLE CIEGO.**

ANEXOS

dirigido por Sra. Gisela Cisa Ribas

Grado de Fisioterapia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2025

DICTAMEN COMITÈ ÈTICO DE INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS

FRANCESC XAVIER SUREDA BATLLE, Secretario del Comité Ético de Investigación con Medicamentos del IISPV da fe de los acuerdos aprobados con el visto bueno de JOSEP MARIA ALEGRET COLOMÉ que preside la reunión.

Este Comité, en su reunión de fecha **19/12/2024** acta número **012/2024** se ha evaluado la modificación n.1 para la realización de subestudio y decidido emitir **Informe Favorable** para que se realice el estudio titulado:

Título subestudio:

“Estudio de la influencia del tono del vasto medio del Cuádriceps en la lesión del Ligamento Cruzado Anterior evaluado mediante la herramienta de electromiografía de superficie”

Código: EVIFOBIONI

Versión Protocolo: Version sub. estudio 09/12/2024

Versión H.I.P. y Consentimiento Informado: Version sub. estudio 09/12/2024

Promotor: INVESTIGADOR

Ref. CEIM: 195/2021

CONSIDERA QUE:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiera con el respeto a los postulados éticos.

Este comité **acepta** que dicho estudio sea realizado en:

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI por MONTERDE PÉREZ, SONIA del Servicio de FISIOTERAPIA I REHABILITACIO

En el caso que se evalúe algún proyecto en el que participe como investigador/colaborador algún miembro de este comité, se ausentará de la reunión durante la discusión del estudio.

La composición actual del CEIm del Instituto d'Investigació Sanitària Pere Virgili es la siguiente:

Presidente

Dr. Josep M^a Alegret Colomé

Cardiólogo. *Salut Sant Joan de Reus-Baix Camp.*

Vicepresidente

Dra. Maria Teresa Auguet Quintilla

Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitari Joan XXIII. Representante de la Comisión de Investigación.

Secretario

Dr. Francesc Xavier Sureda Batlle

Profesor Titular de Farmacología. Universitat Rovira i Virgili.

Vocales

Dra. Maria del Mar Cervera Martínez

Farmacéutica Atención Primaria – Salud Sant Joan de Reus – Baix Camp

Sra. Mònica Cots Morenilla

Unidad de Atención Usuario. Hospital Universitari Joan XXIII.

Dr. Joaquín Escribano Súbias.

Médico del Servicio de Pediatría. Representante de la Comisión de Bioética Asistencial. Salud Sant Joan de Reus-Baix Camp.

Dra. Gemma Flores Mateo

Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública. Xarxa Sanitaria Santa Tecla

Sra. Elisabet Galve Aixà

Delegada en Protección de Datos del IISPV

Sra. M. Mar Granell Barceló

Abogada i Asesora Jurídica del Comitè.

Dra. M. Francisca Jiménez Herrera

Profesora Titular Universitaria Departamento Enfermería. Universidad Rovira i Virgili

Dr. Jesús Miguel López-Dupla

Servicio de Medicina Interna Hospital Universitari Joan XXIII

Dr. Jordi Mallol Mirón

Catedrático de Farmacología.

Dr. Donis Mas Rosell

Medicina Psiquiatría - Institut Pere Mata.

Dra. M^a Angels Roch Ventura

Farmacia Hospitalaria Hospital Universitari Joan XXIII

Dr. Xavier Ruiz Plazas

Urología. Hospital Universitari Joan XXIII.

Sra. Meritxell Torres Paisal

Delegada Protección de Datos - IISPV

Sra. Mercè Vilella Papaseit

Representante de la Sociedad Civil

Firma

Dr. Francesc Xavier Sureda

Secretario CEIm IISPV

Anexo 2: Advertencias y contraindicaciones de las herramientas de medición:

Advertencias y contraindicaciones de la herramienta de vibración focal:

El dispositivo de vibración focal, V-PLUS, es un dispositivo no invasivo que está destinado a entrar en contacto con el sujeto tratado temporalmente y sobre la piel intacta. El dispositivo no reemplaza ni modifica la anatomía del sujeto.

El dispositivo debe de utilizarse en pacientes despiertos y conscientes capaces de interactuar con el terapeuta en términos de retroalimentación sobre la sensación resultante del propio tratamiento.

Categorías de exclusión:

- Portadores de dispositivos médicos implantables activos (marcapasos, prótesis acústicas, etc.)
- Mujeres embarazadas o presuntamente embarazadas
- Sujetos con enfermedades neoplásicas presuntas o confirmadas en curso
- Sujetos menores de 17 años, exceptuando del primer tratamiento por patología de "pie plano" donde ingresan pacientes mayores de 10 años.

No se recomienda su uso en los siguientes casos:

- Sujetos con enfermedades de venas y arterias varicosas, si se aplica en el área afectada
- Tromboflebitis o flebitis aguda si se aplica en el miembro afectado
- Sujetos con afecciones cutáneas agudas y crónicas (por ejemplo; dermatosis de origen infeccioso o traumático) con aplicación sobre la zona afectada
- No utilizar vibraciones en la región cervical lateral al menos que lo indique expresamente un médico
- No aplicar vibraciones por debajo del nivel de la lesión que causen alteraciones de la sensibilidad (áreas anestésicas o hipoestético)
- En sujetos que tengan patologías neoplásicas presuntas o confirmadas en curso
- En sujetos con lesiones cutáneas
- En sujetos que padecen estados de ansiedad

Advertencias y contraindicaciones de la herramienta de electromiografía de superficie:

La electromiografía de superficie (EMGS) es una herramienta no invasiva ampliamente utilizada para evaluar y registrar la actividad eléctrica de los músculos. Aunque generalmente se considera segura, su uso tiene contraindicaciones absolutas y relativas, las cuales son importantes para evitar riesgos y garantizar resultados precisos.

Categoría de exclusión:

- Presencia de un desfibrilador o marcapasos cardiaco. Aunque la EMGS utiliza corrientes de baja intensidad, en algunos casos podría interferir con dispositivos electrónicos implantados.
- Infección activa en el área de aplicación. Puede haber riesgo de diseminación de infecciones locales.
- Lesiones cutáneas abiertas o quemaduras. Los electrodos pueden causar irritación adicional o contaminación.

No se recomienda su uso en los siguientes casos:

- Alteraciones neurológicas severas. Condiciones como epilepsia pueden aumentar el riesgo de crisis debido a estímulos externos, aunque la EMGS no es directamente invasiva.
- Estado de embarazo avanzado. Aunque no hay evidencia concluyente de daño, se prefiere evitar procedimientos no esenciales cerca del abdomen.
- Piel extremadamente sensible o con alergia al gel o los materiales del electrodo. Esto podría provocar reacciones locales adversas.
- Pacientes con implantes metálicos o prótesis en áreas cercanas: Podría haber interferencias o problemas de precisión en la señal.
- Dificultades en la cooperación del paciente. En casos pediátricos o con pacientes con discapacidad, la imposibilidad de mantener la inmovilidad puede limitar la utilidad de la técnica.

Anexo 3: Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Datos del estudio para el que se otorga el consentimiento:

- Nombre y Apellidos: Dra. Sonia Monterde
- Dirección postal: Universitat Rovira i Virgili Facultat de Medicina i Ciències de la Salut Departament Medicina i Cirurgia-Unitat Fisioteràpia C/Sant Llorenç 21, 43201 Reus (Tarragona)
- Teléfono y forma de Contacto: (+34) 977 77 99 40
- Grupo de investigación: Exercise as Health

Datos del participante:

Yo _____ con DNI _____

- Declaro que he leído la Hoja de Información al Participante sobre el estudio *“Eficacia de la herramienta de vibración focal combinada con ejercicio pautado en la activación del vasto medio del cuádriceps en futbolistas amateurs. Medido mediante electromiografía de superficie. Ensayo aleatorizado a doble ciego.”*
- Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al Participante y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio, así como los posibles beneficios y riesgos que son: la presencia en el participante de un desfibrilador o marcapasos cardíaco, presencia de una infección activa en la zona a tratar, que exista algún tipo de lesión cutánea o quemadura, sujetos con enfermedades neoplásicas. No se recomienda su utilización en personas con enfermedades de venas y arterias varicosas, tromboflebitis i flebitis aguda, en sujetos con estados de ansiedad, sujetos con la piel extremadamente sensible o con alergia al gel o a los materiales del electrodo. Y, por último, sujetos con implantes metálicos o prótesis en áreas cercanas.
- He contado con el tiempo y la oportunidad para realizar preguntas y plantear las dudas que tenía. Todas las preguntas han sido respondidas a mi entera satisfacción.
- Se me ha explicado correctamente el procedimiento de estudio, en el que se explica que existen dos tipos de grupo: grupo intervención y grupo placebo. Cada participante formará parte de un grupo, pero sin tener el conocimiento de a cuál pertenece, para así garantizar la efectividad del estudio.
- Acepto que mi participación es voluntaria y doy libremente mi conformidad para participar en el estudio.
- Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de mis datos, “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre” de Protección de Datos de carácter personal, modificada el 6 de diciembre de 2018.
- El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento, por cualquier razón y sin que tenga ningún efecto sobre mi tratamiento futuro.

Firma del participante

Firma del investigador

Doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información al participante.

Sí No

Doy mi consentimiento para la difusión de mis datos personales juntamente con la publicación de los resultados del estudio.

Sí No

Una vez finalizada la investigación, es posible que los datos obtenidos sean de interés para otros estudios relacionados. Es por ello por lo que le ofrecemos las siguientes opciones:

No autorizo a utilizar el uso de mis datos para otros estudios futuros relacionados

Si autorizo a utilizar el uso de mis datos para otros estudios futuros relacionados

Para expresar mi consentimiento, firmo en fecha _____ y lugar _____ esta hoja de consentimiento.

INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	
Responsable	El responsable del tratamiento de sus datos personales es la Universidad Rovira i Virgili con CIF Q9350003A y con domicilio fiscal a la calle de l'Escorxador, s/n, 43003 de Tarragona.
Finalidad	Participar en el proyecto de investigación en los términos que se describen en la hoja de información al participante. En el caso que el estudio prevea su publicación, difusión y reutilización de los resultados obtenidos incluyendo mis datos personales, dichos datos personales serán utilizados para esta finalidad siempre que el interesado haya otorgado su consentimiento.
Derechos	Puede ejercer sus derechos de accesos, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición al tratamiento mediante un escrito dirigido al Registre General de la Universidad Rovira i Virgili en la misma dirección fiscal mencionada anteriormente o mediante su presentación presencial al Registre General de la Universidad de forma presencial o telemáticamente: https://seuelectronica.urv.cat/registre.html .
Información adicional	Puede consultar información adicional sobre este tratamiento de datos personales denominado: <i>Projectes de recerca de la URV</i> y sus derechos al Registre d'Activitats del Tractament de la Universidad Rovira i Virgili publicado en https://seuelectronica.urv.cat/rqpd También puede consultar la Política de Privacidad de la Universidad Rovira i Virgili. Así mismo, puede consultar esta información en la hoja de información al participante sobre el estudio. Adicionalmente, se puede dirigir a nuestros delegados de protección de datos sobre cualquier consulta sobre su protección de datos personales a la siguiente dirección de correo electrónico: dpd@urv.cat .

Firma del participante

Firma del investigador

Anexo 4: Hoja de información al paciente

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación clínica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

Antes de que usted acepte participar en este estudio, se le presenta este documento de nombre “Hoja de información al participante y Consentimiento Informado”, que tiene como objetivo comunicarle los posibles riesgos y beneficios para que usted pueda tomar una decisión. Debe leerlo atentamente y consultar todas las dudas que se le planteen al equipo investigador.

Le recordamos que, para poder formar parte del estudio, deberá firmar el consentimiento informado que se presenta a continuación.

Datos del investigador

- Nombre y Apellidos: Dra. Sonia Monterde
- Dirección postal: Universitat Rovira i Virgili Facultat de Medicina i Ciències de la Salut Departament Medicina i Cirurgia-Unitat Fisioteràpia C/Sant Llorenç 21, 43201 Reus (Tarragona)
- Teléfono y forma de Contacto: (+34) 977 77 99 40
- Grupo de investigación: Exercise as Health

Datos de la investigación

El estudio “Eficacia de la herramienta de vibración focal combinada con ejercicio pautado en la activación del vasto medio del cuádriceps en futbolistas amateurs. Medido mediante electromiografía de superficie. Ensayo aleatorizado a doble ciego.” ha pasado el Comité de Ética de Investigación en Personas, Sociedad y Medio Ambiente (CEIPSA) y el Comité Ético de Investigación con Fármacos (CEIm – IISPV)

Criterios de inclusión: No sufrir ninguna alteración o patología durante el estudio. Tener una edad igual o superior a 18 años. Realizar práctica deportiva mínimo 3 veces por semana. Ser futbolista del *Reus Futbol Club Reddis* o de la *Fundació Futbol Base Reus*.

Criterios de exclusión: Sufrir alguna patología actualmente. Recibir algún tipo de tratamiento en la zona de interés. Tener alguna contraindicación absoluta o relativa en las herramientas de medición. Electromiografía de superficie (EMGS) y/o Vibración Focal (VF) (Anexo 2). Rechazar firmar el *Consentimiento Informado* (Anexo 3).

En cuanto a las contraindicaciones de la herramienta de EMGS destacan la presencia en el participante de un desfibrilador o marcapasos cardíaco, que presente una infección en la zona que se pretende tratar o que presente algún tipo de quemadura o lesiones cutáneas abiertas.

En algunos casos no se recomienda su uso como en el caso de que exista alguna alteración neurológica severa, piel extremadamente sensible o con alergia al gel o a los materiales del electrodo, pacientes con implantes metálicos o la presencia de prótesis cerca de la zona a tratar.

Procedimiento de estudio:

Antes de iniciar la intervención, se pasa un *Cuestionario on-line* (Anexo 5) al futbolista. En dicho cuestionario se hace hincapié en las medidas antropométricas del sujeto, los años que lleva practicando fútbol, su miembro inferior dominante, entre otra información relevante para el estudio (Anexo 5).

Una vez el futbolista rellena el cuestionario (Anexo 5) inicia el calentamiento con su equipo. De esta forma el equipo investigador se asegura de que el sujeto realice un calentamiento conocido para él para poder activar de forma óptima los miembros inferiores.

Una vez se finalice el calentamiento grupal, el Fisioterapeuta 2 se encarga de preparar al futbolista para iniciar la intervención. Es importante explicar a los participantes que el estudio consta de dos grupos: el grupo intervención y el grupo placebo. Cada participante formará parte de un grupo, pero ninguno de los participantes sabrá a cuál pertenece para así garantizar la efectividad del estudio. Todos los datos recogidos para la investigación se guardarán informatizados. En ningún fichero aparecerá el nombre ni ningún dato que pueda identificarle. Es por ello por lo que en caso de que acepte participar de forma voluntaria en el proyecto, se le va a asignar un código que solo conocerá el grupo de investigación.

Beneficios y riesgos:

El beneficio de la investigación es profundizar sobre el conocimiento de la técnica de VF localizada en alteraciones biomecánicas del cuerpo. Se prevé que los resultados obtenidos en el estudio sean beneficiosos en un futuro a la población en general.

Este estudio puede contribuir a mejorar las alteraciones biomecánicas, y puede contribuir a formar parte de una publicación científica, pero usted no va a recibir ningún tipo de remuneración para participar en la investigación.

El equipo investigador garantiza la confidencialidad respecto a la identidad del participante y, por otro lado, garantiza que la muestra y los resultados derivados de la investigación serán utilizados únicamente para las finalidades científicas.

El dispositivo, V-PLUS, no es una herramienta invasiva. Esta herramienta está destinada a entrar en contacto con usted tratando de forma temporal y sobre la piel intacta. Este dispositivo no reemplaza ni modifica su anatomía.

Una vez cumplimentados los datos, rogamos lea detenidamente los procedimientos a los que será sometido.

En cuanto a la utilización del dispositivo mencionado anteriormente, también existen una serie de contraindicaciones y advertencias que hay que tener en cuenta. Se considera motivo de exclusión si el paciente es portador de dispositivos médicos activos como marcapasos, prótesis acústicas... o sujetos con presuntas enfermedades neoplásicas.

No se recomienda su uso, aunque no está contraindicado a sujetos con enfermedades en venas y arterias varicosas, tromboflebitis, sujetos con afecciones cutáneas agudas y crónicas, sujetos con alteraciones cutáneas o con estados de ansiedad.

Protocolo de medición:

En primer lugar, se dispone, en la pierna dominante del sujeto a evaluar, la herramienta de EMGS. Se han colocado los electrodos siguiendo la normativa establecida por la Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM).

El participante debe tener las piernas rasuradas, acudir sin cremas ni geles hidratantes, ni cualquier otro artefacto en el miembro inferior dominante que pueda alterar los resultados electromiográficos de la prueba.

Electrodo 1: Vasto Medio del Cuádriceps. Según la normativa establecida por la SENIAM, se deben de disponer los electrodos a una distancia inferior a 20 milímetros en dirección paralela a las fibras musculares y perpendiculares a la superficie de la piel. Además, se sitúan sobre el vientre muscular a valorar. Se tiene que registrar la posición de los electrodos a la misma distancia de la estructura ósea más cercana para asegurar la correcta colocación de estos en todos los sujetos de estudio.

En segundo lugar, una vez se coloca la sonda de EMGS al futbolista, se le hace entrega de un *iPad 2*. En dicho dispositivo el jugador tiene que visualizar un vídeo explicativo de la ejecución de los cinco disparos a portería, con la premisa de marcar gol (Anexo 6). De esta forma el equipo investigador se asegura de que todos los sujetos reciban la

misma información. Como refuerzo durante el proceso de medición el Fisioterapeuta 2 se encarga de indicar con órdenes verbales directas que disparo tiene que ejecutar según el protocolo establecido.

A continuación, se detalla de forma precisa la ejecución de cada disparo a portería:

1. El balón se dispone en el punto de penalti, es decir, a una distancia de 11 metros desde la línea de meta. El futbolista tiene que chutar con la parte interior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
2. El balón se dispone en el punto de penalti, es decir, a una distancia de 11 metros desde la línea de meta. El futbolista tiene que chutar con la parte exterior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
3. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de meta con la parte interior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
4. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de meta con la parte exterior del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.
5. El balón se dispone en la frontal del área grande, es decir, a una distancia de 9,15 metros desde el punto de penalti, y 20,15 metros desde la línea de meta con el empeine del pie del miembro inferior dominante, con el objetivo de marcar gol.

En tercer lugar, una vez el sujeto ha realizado los cinco disparos a portería, éste se ha de dirigir a la zona preparada para realizar el programa de ejercicios pautados en la *Tabla de ejercicios* (Anexo 7), con el Fisioterapeuta 1. Para poder evitar que el jugador pierda el estado de activación física se han colocado *Carteles explicativos* (Anexo 8), en cada posta de ejercicios. Se cuenta con un cartel de tamaño DIN A3 para una explicación general de todos los ejercicios. Además de un cartel de tamaño DIN A4 para cada ejercicio individual con información específica de la ejecución de este; número de repeticiones, velocidad de ejecución del ejercicio y una imagen descriptiva del mismo (Anexo 8). De esta forma el equipo investigador se asegura de que todos los sujetos reciban la misma información y de qué el futbolista realice el número de repeticiones establecido en el programa a una velocidad controlada y pautada.

En cuarto lugar, el Fisioterapeuta 3, se encarga de aplicar la herramienta de VF, V-Plus de la casa comercial Wintecare®. Se describe que esta herramienta está clasificada como tipo: IIa (Ann. IX-Rule9- 93/42/EEC and saa) Clase I Type B (EN 60601-

1:2006/A1:2013). Los cabezales de dicho equipo se posicionan en el Vasto Medio del Cuádriceps del miembro inferior dominante de forma fija con una cincha.

El sujeto se posiciona en sedestación en un banco, con las piernas apoyadas en el suelo con una flexión de 90°. Así mismo, también se dispone de un temporizador con pantalla para que el sujeto pueda ver el tiempo de ejecución y descanso del ejercicio de contracción isométrica que debe de realizar a lo largo de la aplicación de la herramienta de VF.

- Grupo intervención: se inicia la herramienta de VF en la zona de interés del estudio ya mencionada, a una frecuencia de 140 Hz, de esta manera se asegura la estimulación de las fibras aferentes. Esta estimulación de las fibras provoca una entrada excitadora de las motoneuronas α y describe una contracción refleja denominada como vibración tónica. Esta contracción refleja se asocia con posibles modificaciones en la excitabilidad del asa espinal que puede inducir a adaptaciones musculares a largo plazo, durante 5 minutos. Mientras se aplica la herramienta de VF, el jugador tiene que permanecer en reposo durante 40 segundos y después realizar una contracción isométrica de Cuádriceps en el movimiento de extensión de rodilla durante 20 segundos, así sucesivamente hasta que transcurran los 5 minutos de aplicación de la herramienta. El Fisioterapeuta 3 es el encargado de controlar dicha contracción isométrica y el tiempo de activación - descanso durante los cinco minutos de intervención.
- Grupo placebo: se inicia la herramienta de VF en la zona de interés del estudio ya mencionada, a una frecuencia de 140 Hz, pero sin cabezal, para asegurar la no estimulación del Vasto Medio del Cuádriceps, durante 5 minutos. Mientras se aplica la herramienta de VF, el jugador tiene que permanecer en reposo durante 40 segundos y después realizar una contracción isométrica de Cuádriceps en el movimiento de extensión de rodilla durante 20 segundos, así sucesivamente hasta que transcurran los 5 minutos de aplicación de la herramienta. El Fisioterapeuta 3 es el encargado de controlar dicha contracción isométrica y el tiempo de activación - descanso durante los cinco minutos de intervención.

Posición del cabezal de la herramienta de VF, V-Plus, para ambos grupos de estudio:

Cabezal 1: Vasto Medio del Cuádriceps

Para evitar que los futbolistas sepan a qué grupo de investigación pertenecen, intervención o placebo, se les ha puesto unos auriculares con ruido blanco.

En último lugar, se le solicita al sujeto que vuelva a realizar la acción de cinco disparos a portería, en la distancia de 11 metros y 20,15 metros, ya mencionado anteriormente en este apartado, con el Fisioterapeuta 2.

De esta forma se obtienen las mismas variables de los cinco disparos a portería previos y posteriores a la intervención descrita con la herramienta de VF.

Garantía de participación voluntaria:

En el caso de aceptar a participar, se le informa que se puede retirar en cualquier momento sin necesidad de justificarse, pero, en este caso, sus datos no podrán ser eliminados, aunque decida dejar de participar en el estudio, ya que de esta manera se pueden garantizar la validez de los resultados.

Confidencialidad y protección de datos de la hoja de información al participante:

Toda la información recopilada sobre las personas participantes en el estudio se mantendrá estrictamente confidencial y con aplicación de las correspondientes medidas de seguridad que garanticen, a además de la confidencialidad, su integridad, disponibilidad, autenticidad y trazabilidad.

Los datos personales recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo el investigador principal podrá relacionar dichos datos con los participantes. Nunca se identificará a los sujetos de estudio en ningún informe, presentación ni publicación que surja de este estudio. Por lo tanto, su identidad no será desvelada a ninguna persona exceptuando cuando sea requerido por el Comité de Ética al que es sometido dicho estudio con la finalidad de corroborar los datos y procedimientos de la investigación.

Para asegurar la anonimización de los datos, se contará con dos bases de datos: una con el nombre completo del paciente y un código asignado, a la que sólo tendrá acceso el Investigador principal, y otra base de datos con el código de cada paciente y sus datos personales y clínicos.

Para el tratamiento de los datos se utilizarán los sistemas de información propios de la Universidad Rovira i Virgili instalados en su red informática y se aplicarán las medidas de seguridad de la información establecidas por el Real Decreto 3/2010 que regula el Esquema Nacional de Seguridad. Más concretamente, los datos se recogerán mediante el programa estadístico SPSS i se introducirán en el mismo sistema de información. Posteriormente, se utilizará el programa de estadística SPSS para analizar los datos.

El personal investigador, principal y colaboradores, se comprometen a cumplir la Ley orgánica 3/2018, del 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales. Además del Reglamento (UE) núm. 2016/679, del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas para el tratamiento de los datos personales, y firmará el compromiso de participación y confidencialidad.

La finalidad del tratamiento de los datos es la participación en el estudio en base al consentimiento de la persona participante.

La persona participante podrá interrumpir su participación en la investigación retirando su consentimiento en cualquier momento, sin que sea necesaria su justificación. En este caso, los datos no se podrán eliminar para garantizar la validez de los resultados y cumplir con las obligaciones legales aplicables al estudio, pero sí que quedarán codificadas de manera que no sea posible vincularlas a su persona.

En el caso de que se realicen cesiones de los datos recogidos para el estudio a terceros o a otros países esta cesión se realizará con la misma finalidad del estudio descrito y siempre de forma anónima, es decir, sin que contenga información que le permita ser identificado. En el caso de que se produzca esta cesión, se exigirá al tercero que garantice, como mínimo, el mismo nivel de protección de los datos y de medidas de seguridad que se aplican durante el estudio.

Información ampliada sobre el tratamiento de los datos personales:

De conformidad con el que se dispone la legislación vigente en materia de protección de datos aplicable a la Universidad Rovira i Virgili y publicada en el apartado “Legislación aplicable” en el espacio “Protección de datos de carácter personal” en la Sede electrónica (<https://seuelectronica.urv.cat/rqpd/>), se pone en conocimiento de las personas interesadas la siguiente información:

- ¿Quién es el responsable del tratamiento de sus datos?
 - Identificación: Universidad Rovira i Virgili
 - CIF: Q9350003A
 - Dirección postal: Calle del Escorxador, s/n 43003 Tarragona
 - Correo electrónico: dpd@urv.cat
- ¿Qué datos personales trataremos y con qué finalidad?
 - Los datos personales son tratados con la finalidad de participar en el estudio de investigación de tesis doctoral en los términos que se

describen en la hoja de información al participante. En el caso que se prevea la publicación, difusión y reutilización de los resultados de dicha investigación incluyendo los datos personales, serán siempre utilizados siempre y cuando el sujeto participante haya otorgado su consentimiento.

- ¿A qué destinatarios se comunicarán sus datos personales?
 - En el marco del tratamiento mencionado, sus datos personales no serán proporcionados a terceras personas. En caso de que exista obligación legal o se indique de forma expresa en la hoja de información al participante, podrán ser cedidas a terceras personas.
- ¿Qué legitimación para el tratamiento de sus datos?
 - La legitimación de este tratamiento se basa en el consentimiento que da la persona interesada.
- ¿Qué medidas de seguridad se van a aplicar en el tratamiento de sus datos?
 - La Universidad se responsabiliza de aplicar las medidas de seguridad y sus obligaciones derivadas de la legislación de protección de datos de carácter personal de acuerdo con el Esquema Nacional de Seguridad, Real Decreto 3/2010.
 - En este sentido, la Universidad Rovira i Virgili se ha dotado de una Política de Seguridad que puede ser consultada en la sección sobre “Legislación y normativa” de la página web de la propia Universidad dentro de: “Normativa propia” y “Otras normas”, <http://www.urv.cat/ca/universitat/normatives/altres-normes/>.
 - Adicionalmente, en la hoja de información al participante se concretan algunas medidas de seguridad específicas que se van a tener en cuenta durante la realización del estudio.
- ¿Cuáles son los derechos de los interesados?
 - El interesado tiene derecho a acceder a sus datos personales, a solicitar la rectificación de datos inexistentes, a solicitar la cancelación o eliminación y a oponerse al tratamiento, incluido la elaboración de los perfiles, a limitar hasta una fecha determinada el tratamiento de sus datos y a la portabilidad de los datos, en formato electrónico.
 - La persona participante puede interrumpir su participación en el estudio retirando su consentimiento informado en cualquier momento, sin dar explicación alguna. En este caso, los datos no se podrán suprimir para garantizar la validez de los resultados y cumplir con las obligaciones legales aplicables al estudio, pero no será posible vincularlas con su persona.

- Podrá ejercer a los derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación y portabilidad mediante una comunicación escrita, detallando la solicitud, dirigida al Registro General (Calle Escorxador, s/n, 433003 Tarragona) o mediante su presentación al Registro General de la Universidad, presencialmente o telemáticamente, según de indica en: <https://seuelectronica.urv.cat/registre.html>.
- Así mismo, le informamos que tiene derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad Catalana de Protección de Datos mediante el mecanismo que se establezca. Puede consultar más información: <https://apdcat.gencat.cat/ca/inici>.
- Finalmente, le informamos que podrá solicitar información relacionada con la protección de datos personales mediante un correo electrónico a nuestros delegados de protección de datos a la siguiente dirección: dpd@urv.cat
- ¿Cuánto tiempo se van a conservar mis datos?

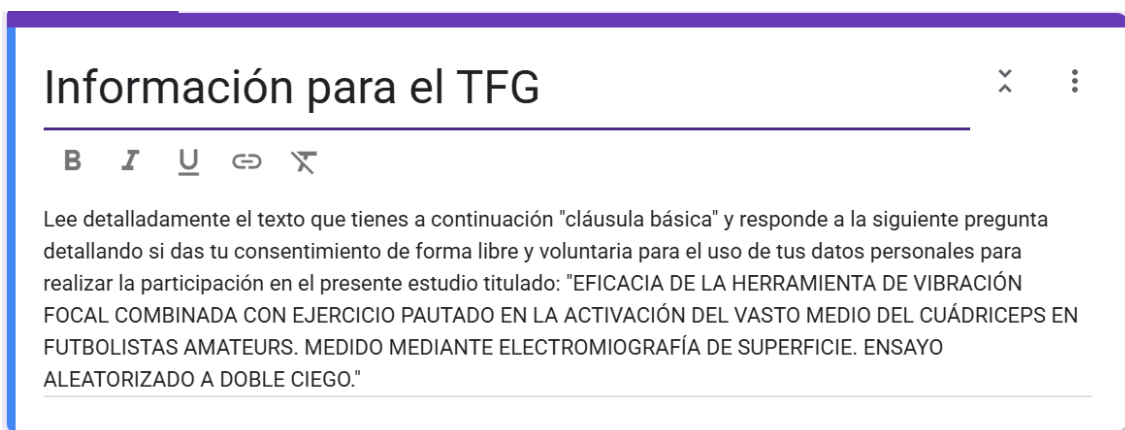
El periodo de conservación de los datos es de cinco años una vez se haya finalizado el estudio si la hoja de información al participante no establece un periodo distinto. En cualquier caso, se conservarán los datos personales hasta la revocación del consentimiento informado por parte de la persona interesada.

Anexo 5: Cuestionario on-line:

El link que se encuentra más abajo es el enlace directo a la realización del Cuestionario on-line. En caso de no poder acceder al enlace, se le presentan una serie de capturas de pantalla de dicho cuestionario.

<https://forms.gle/M5UD3NrJVg1ZR1vw5>

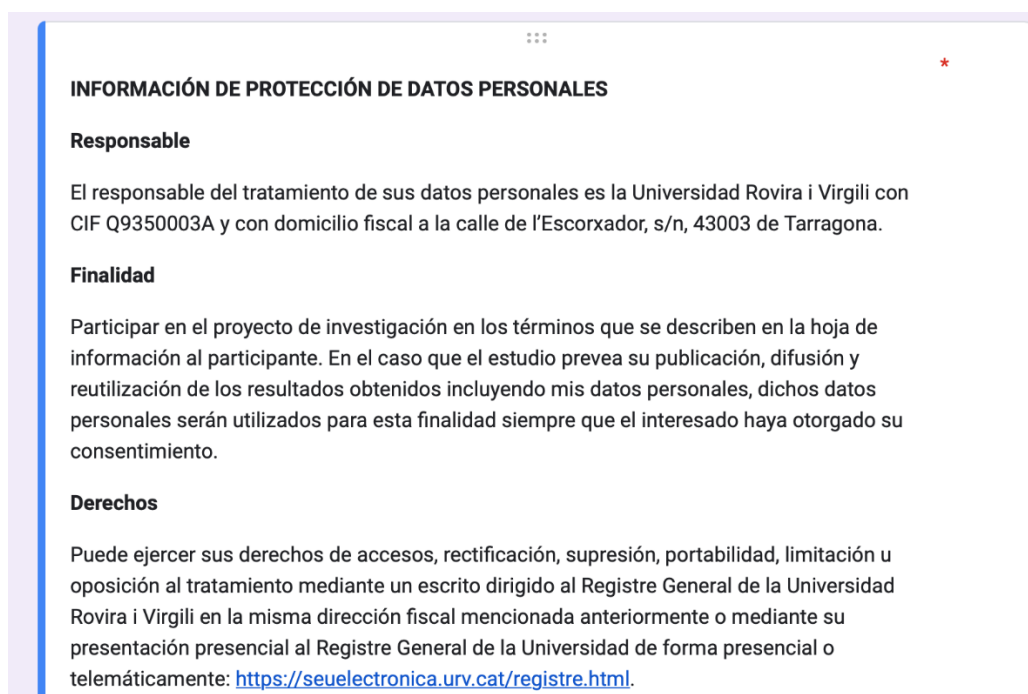
Figura 1. Captura de pantalla del cuestionario.



The screenshot shows a Google Form titled "Información para el TFG". Below the title is a rich text editor with icons for bold (B), italic (I), underline (U), link, and unlink. The main text of the form reads: "Lee detalladamente el texto que tienes a continuación 'cláusula básica' y responde a la siguiente pregunta detallando si das tu consentimiento de forma libre y voluntaria para el uso de tus datos personales para realizar la participación en el presente estudio titulado: 'EFICACIA DE LA HERRAMIENTA DE VIBRACIÓN FOCAL COMBINADA CON EJERCICIO PAUTADO EN LA ACTIVACIÓN DEL VASTO MEDIO DEL CUÁDRICEPS EN FUTBOLISTAS AMATEURS. MEDIDO MEDIANTE ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE. ENSAYO ALEATORIZADO A DOBLE CIEGO.'"

Imagen propia. Información introductoria para hacer el cuestionario.

Figura 2. Captura de pantalla del cuestionario.



The screenshot shows a Google Form titled "INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES". It contains three sections: "Responsable" (Universidad Rovira i Virgili), "Finalidad" (participation in a research project), and "Derechos" (rights of access, rectification, deletion, etc.). A red asterisk is visible in the top right corner.

Imagen propia. Información de protección de datos.

Figura 3. Captura de pantalla del cuestionario.

Información adicional

Puede consultar información adicional sobre este tratamiento de datos personales denominado: *Projectes de recerca de la URV* y sus derechos al Registre d'Activitats del Tractament de la Universitat Rovira i Virgili publicado en <https://seuelectronica.urv.cat/rgpd> También puede consultar la Política de Privacidad de la Universidad Rovira i Virgili. Así mismo, puede consultar esta información en la hoja de información al participante sobre el estudio. Adicionalmente, se puede dirigir a nuestros delegados de protección de datos sobre cualquier consulta sobre su protección de datos personales a la siguiente dirección de correo electrónico: dpd@urv.cat.

He leído la cláusula básica y doy mi consentimiento para el uso de mis datos personales

He leído la cláusula básica y NO doy mi consentimiento para el uso de mis datos personales

Imagen propia. Información de protección de datos y aceptación o no aceptación.

Figura 4. Captura de pantalla del cuestionario.

Correo electrónico

Text d'una resposta breu

Imagen propia. Pregunta sobre la dirección de correo electrónico.

Figura 5. Captura de pantalla del cuestionario.

Género (en otros especificar) *

Masculino


Femenino

Otros

En caso de que en la pregunta anterior haya sido otros, diga cuál

Text d'una resposta breu

Fecha de nacimiento *

Mes, dia, any 

Altura en metros *

Text d'una resposta breu

Imagen propia. Pregunta del género y las medidas antropométricas.

Figura 6. Captura de pantalla del cuestionario.

Peso en Kg *

Text d'una resposta breu

Imagen propia. Pregunta de las medidas antropométricas.

Figura 7. Captura de pantalla del cuestionario.

¿Cuántos años lleva practicando futbol? *

Text d'una resposta breu

¿Cuál es tu pierna hábil? *

Diestra

Zurda

¿En qué posición juegas en el campo? *

Portero

Línea defensiva

Línea del medio campo

Línea delantera

Imagen propia. Información relevante para el estudio.

Figura 8. Captura de pantalla del cuestionario.

¿Has sufrido alguna lesión con anterioridad en la pierna? *

Sí

No

Si en la pregunta anterior tu respuesta ha sido "sí", ¿has tenido una lesión en la rodilla? Sí/No., *
la ha tenido la lesión en ambas piernas?, especificalo y di el nombre de la lesión

Text d'una resposta llarga

¿La lesión fue en la pierna hábil o no hábil?

Hábil

No hábil

Ambas piernas

Imagen propia. Información relevante para el estudio.

Figura 9. Captura de pantalla del cuestionario.

En caso de haber sufrido alguna lesión quien te acompañó en el proceso de recuperación

- Doctor
- Fisioterapeuta
- Preparador físico
- Alguien del club
- Otros

En caso de que en la pregunta anterior haya sido otros, diga cuál

Text d'una resposta breu

¿Cuántas horas contando el entrenamiento y partido haces a la semana y cuantas horas dedicas al deporte que no sea futbol? *

Text d'una resposta breu

Imagen propia. Información relevante para el estudio.

Figura 10. Captura de pantalla del cuestionario.

¿Cambias de calzado dependiendo de la superficie del terreno de juego? *

- Sí
- No

Imagen propia. Información sobre si cambia o no el tipo de calzado.

Figura 11. Captura de pantalla del cuestionario.



Imagen propia. Tipo de calzado.

Figura 12. Captura de pantalla del cuestionario.

TURF/ TERRENO SINTÉTICO

AG/ HIERVA ARTIFICIAL

MG/ MULTI TACO

FG/ TACO DE GOMA

HG/ TERRENO DURO

SG/ TACO ALUMINIO MIXTA

¿Tienes algún tipo de lesión, dolor o molestia actualmente? *

Sí

No

¿Si a la pregunta anterior tu respuesta ha sido "sí" de cuál o cuáles? *

Text d'una resposta llarga

Imagen propia. Información sobre el tipo de calzado, si hay lesión y en caso de que sea que sí, qué tipo de lesión hay.

Figura 13. Captura de pantalla del cuestionario.

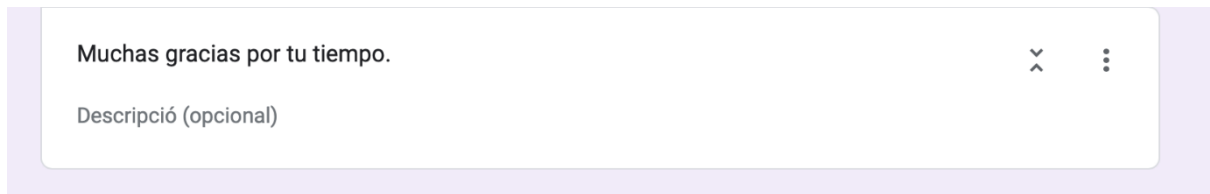


Imagen propia. Agradecimiento por participar.

Anexo 6: Video explicativo

El link que se encuentra más abajo es el enlace directo al vídeo explicativo que utiliza el equipo investigador para mostrar a los participantes del estudio la ejecución de los cinco disparos a puerta de forma individual. En caso de no poder acceder al enlace del vídeo se adjuntan capturas de pantalla del mismo.

https://drive.google.com/file/d/1ZxoX7yUN3HG1rGuYR1S19M2bKU_jX6W4/view?usp=sharing

Figura 1. Captura de pantalla del video explicativo.



Imagen propia. Ejemplo de la realización de los cinco disparos a puerta. Primer disparo.

Figura 2. Captura de pantalla del video explicativo



Imagen propia. Ejemplo de la realización de los cinco disparos a puerta. Segundo disparo.

Figura 3. Captura de pantalla del video explicativo



Imagen propia. Ejemplo de la realización de los cinco disparos a puerta. Tercer disparo.

Figura 4. Captura de pantalla del video explicativo



Imagen propia. Ejemplo de la realización de los cinco disparos a puerta. Cuarto disparo.

Figura 5. Captura de pantalla del video explicativo



Imagen propia. Ejemplo de la realización de los cinco disparos a puerta. Quinto disparo.

Anexo 7: Tabla de ejercicios

Figura 1. Tabla de ejercicios

Tabla de ejercicios



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

1	Squad con salto		→		10 reps
2	Step-up		→		10 reps
3	Squad bulgara		→		10 reps
4	Dead-bug		→		10 reps
5	Lunges		→		10 reps
6	Squad sumo		→		10 reps

Imagen propia. Tabla explicativa de los 6 ejercicios del protocolo.

Anexo 8: Carteles explicativos

Figura 1. Carteles explicativos.

Squad con salto

1



WAKE
RUN
SWEAT
gimna
SLEEP
REPEAT

WAKE
RUN
SWEAT
gimna
SLEEP
REPEAT

10 reps **Velocidad de repetición: 4"**



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Primer ejercicio.

Figura 2. Carteles explicativos.

Step-up

2



10 reps **Velocidad de repetición: 3"**



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Segundo ejercicio.

Figura 3. Carteles explicativos.

Squad bulgara

3



10 reps Velocidad de repetición: 4"



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Tercer ejercicio.

Figura 4. Carteles explicativos.

Dead bug

4



10 reps Velocidad de repetición: 5"



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Cuarto ejercicio.

Figura 5. Carteles explicativos.

Lunge

5



10 reps **Velocidad de repetición: 4"**



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Quinto ejercicio.

Figura 6. Carteles explicativos.

Squad sumo

6



WAKE
RUN
SWEAT
gimnasia
SLEEP
REPEAT

WAKE
RUN
SWEAT
gimnasia
SLEEP
REPEAT

10 reps **Velocidad de repetición: 4"**



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Imagen propia. Cartel explicativo. Sexto ejercicio.

Anexo 9: Calculo del tamaño muestral:

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,8 en un contraste bilateral se precisan 32 sujetos en el grupo 1 y 32 en el grupo 2 para detectar una diferencia igual o superior a 1,9 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 2,4. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%. Para poder determinar y calcular el tamaño muestral del proyecto de nueva investigación, se ha utilizado la calculadora GRANMO. Para realizarlo se ha utilizado el siguiente artículo.

Figura 1. Imagen datos GRANMO.

MEDIAS: Dos medias independientes

Riesgo Alfa 0.05 Otro

Tipo de contraste Unilateral Bilateral

Poder estadístico 0.80 Otro

Razón entre el número de sujetos del Grupo 2 respecto del Grupo 1	1
Desviación estándar común	2,4
Diferencia mínima a detectar	1,9
Tasa de sustitución prevista (por defecto es 0)	0,2

Limpiar

Calcula Limpia Resultados Descargar

cambia el idioma de los resultados

2024-12-04 10:51:49

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,8 en un contraste bilateral se precisan **32** sujetos en el grupo 1 y **32** en el grupo 2 para detectar una diferencia igual o superior a 1,9 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 2,4. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%.

Gestionar consentimiento

Imagen propia. Datos del tamaño muestral correspondientes al presente estudio de investigación.

Anexo 10: Resultados:

Tabla 1. Evaluación de la Normalidad de los Datos.

Shapiro-Wilk	
Disparo a puerta	P
Primer disparo	0,88
Segundo disparo	0,74
Tercer disparo	0,84
Cuarto disparo	0,73
Quinto disparo	0,80

El valor p se ha obtenido mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Figura 1. Gráficos de dispersión de los 5 disparos.

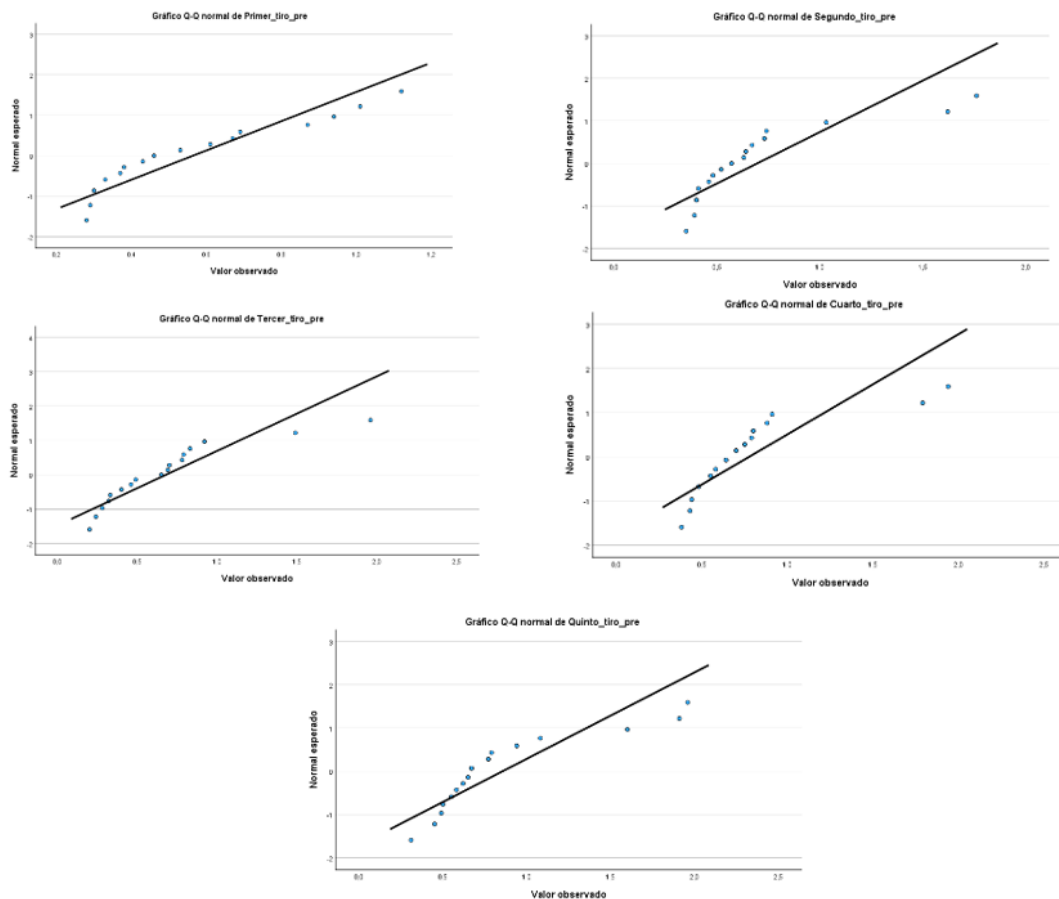


Imagen propia. Gráficos de dispersión confirmando la homogeneidad.

Tabla 2. Diferencia entre la Evaluación inicial y la Evaluación final de las variables del estudio. Grupo intervención

	Límite inferior	Límite superior	Valor P	Tamaño de efecto
Primer disparo (Hz)	-0,37	0,07	0,08	0,27
Segundo disparo (Hz)	-0,19	0,07	0,14	0,15
Tercer disparo (Hz)	-0,23	0,14	0,29	0,22
Cuarto disparo (Hz)	-0,46	0,15	0,14	0,37
Quinto disparo (Hz)	-0,37	0,06	0,07	0,26

Los resultados del límite inferior y superior nos indica el intervalo de confianza (95%) de cada disparo. El valor p se ha obtenido mediante la prueba t- Student para muestras dependientes. Abreviaturas: Hercios: Hz.

Tabla 3. Diferencia entre la Evaluación inicial y la Evaluación final de las variables del estudio. Grupo placebo

	Límite inferior	Límite superior	Valor P	Tamaño de efecto
Primer disparo (Hz)	-0,22	0,05	0,10	0,18
Segundo disparo (Hz)	-0,23	0,09	0,19	0,21
Tercer disparo (Hz)	-0,32	0,06	0,07	0,25
Cuarto disparo (Hz)	-0,27	0,15	0,26	0,28
Quinto disparo (Hz)	-0,17	0,10	0,28	0,17

Los resultados del límite inferior y superior nos indica el intervalo de confianza (95%) de cada disparo. El valor p se ha obtenido mediante la prueba t- Student para muestras dependientes. Abreviaturas: Hercios: Hz.