EFICACIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE PLIOMETRÍA EN LA REDUCCIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE ROTURA DE LCA EN ESQUIADORES ALPINOS DE COMPETICIÓN MAYORES DE 16 AÑOS

DOBLE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE Y FISIOTERAPIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Realizado por: Julia Cosmen Fernández y Nerea Portolés Gómez

Año Académico: 2024-2025

Tutor: Eduardo López Martínez

Área: Diseño de un Estudio Experimental

Resumen

Introducción: El esquí alpino está considerado un deporte de riesgo, en especial en el ámbito competitivo, exponiendo a los deportistas a un alto riesgo de padecer lesiones. La rotura de ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las lesiones más frecuentes en esquiadores de competición, además de suponer un 46,7% de riesgo de padecer una lesión secundaria de LCA. Esto implica un alto coste en recursos sanitarios para su recuperación, consecuencias a largo plazo o incluso la retirada prematura de la competición. Los factores de riesgo (FR) asociados a estas lesiones incluyen: fuerza de cuádriceps y coactivación con isquiotibiales, control del valgo de rodilla, valgo dinámico de rodilla, falta de fuerza de musculatura abdominal y lumbopélvica (CORE) y de miembro inferior (MI), y mal control neuromuscular.

Objetivo: El objetivo de este estudio es realizar un protocolo de ejercicios de pliometría y analizar su impacto en los FR de roturas de LCA en comparación con el entrenamiento habitual de estos deportistas.

Metodología: Se dividirá a 54 sujetos en dos grupos de 27 cada uno: grupo control (GC) e intervención (GI). Se realizará un protocolo de pliometría de 12 semanas, con 2 entrenamientos semanales, con el GI. Se analizarán las variables de fuerza de MI, fuerzas máxima excéntrica y reactiva de MI, potencia y funcionalidad de MI, flexión máxima y valgo dinámico de rodilla, fuerza y funcionalidad de CORE.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, prevención de lesiones, esquí alpino, pliometría.

Figura 1

Resumen gráfico

Nota. Elaboración propia.

Abstract

Introduction: Alpine skiing is considered a high-risk sport, especially in a competitive environment, exposing athletes to higher risk of injury. Anterior cruciate ligament (ACL) tear is one of the most common injuries in alpine ski racers, making the athletes 46,7% more prone to ACL reinjury. This entails a high cost in health resources to ensure full recovery, subjecting them to long-term health consequences (cartilage damage, early osteoarthritis, …) or even early retirement to competitive skiing. The risk factors associated to ACL tears include quadriceps strength and coactivation with hamstrings, knee valgus control, dynamic knee valgus, lack of abdominal and lumbopelvic (CORE) and lower limb (LL) muscle strength, and poor neuromuscular control.

Objective: The objective of this study is to create a protocol of plyometric exercises and to analyze its impact in ACL tear risk factors compared to the usual training of the athletes.

Methodology: 54 subjects will be divided into two 27-subject groups: intervention group (IG) and control group (CG). The 12-week plyometric protocol will be carried by the IG, training twice a week. The following variables will be analyzed: LL strength, maximum excentric strength of the LL, power and functionality of the LL, reactive strength of the LL, maximum knee flexion and dynamic knee valgus, and strength and functionality of the CORE muscles.

Keywords: anterior cruciate ligament, injury prevention, alpine skiing, plyometrics.

Figura 2
Graphical abstract

Nota. Elaboración propia.

Índice

1 Introducción 7

2 Justificación 9

3 Objetivos e hipótesis 10

3.1 Objetivo general 10

3.2 Objetivos específicos 10

3.3 Hipótesis 10

4 Metodología 11

4.1 Diseño 11

4.2 Muestra y formación de grupos 11

4.2.1 Criterios de inclusión 12

4.2.2 Criterios de exclusión 12

4.3 Variables y material de medida 13

4.3.1 Fuerza de miembro inferior 13

4.3.2 Fuerza máxima excéntrica 13

4.3.3 Potencia y funcionalidad 14

4.3.4 Fuerza reactiva 14

4.3.5 Flexión máxima de rodilla y valgo dinámico de rodilla 14

4.3.6 CORE 15

4.4 Procedimiento 15

4.4.1 Consentimiento informado 15

4.4.2 Evaluación inicial 15

4.4.3 Formación previa 16

4.4.4 Intervención 16

4.4.5 Evaluación posterior 20

4.5 Análisis de datos 20

5 Equipo investigador 21

6 Viabilidad del estudio 21

6.1 Limitaciones del estudio 22

7 Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 22

8 Referencias 24

9 Anexos 29

9.1 Anexo I 29

9.2 Anexo II 33

9.3 Anexo III 36

9.4 Anexo IV.....37

Índice de Figuras

Figura 1. Resumen gráfico 3

Figura 2. Graphical abstract 4

Índice de Tablas

Tabla 1. Intervención 17

Tabla 2. Tabla de recogida de datos 31

1 Introducción

El esquí alpino, uno de los deportes de invierno más populares, está considerado como un deporte de riesgo, especialmente en la competición exponiendo a sus practicantes a un elevado riesgo de lesiones. En un estudio realizado por Müller et al. (2017) con muestra de participantes en el circuito de la Copa del Mundo (WC), las lesiones alcanzaron índices de 36.2-36.7 por cada 100 atletas (hombres y mujeres) por temporada en el más alto nivel.

Este deporte requiere altos niveles de fuerza máxima en el miembro inferior, sobre todo fuerza excéntrica para controlar la velocidad durante el descenso (Jordan et al., 2022) y responder a las fuerzas externas y altas velocidades a las que se enfrentan en un ambiente de competición siempre cambiante (Jordan et al., 2017). Cuando no se alcanzan dichos niveles, incrementa el riesgo de padecer una rotura de LCA, que puede ser traumática o por sobreuso, ya que la rodilla sufre unas cargas frontal, lateral y de torsión. La lesión por sobreuso es más frecuente en adolescentes (15-19 años) ya que éstos no han alcanzado la madurez biológica y presentan menos fuerza de musculatura abdominal y lumbopélvica (CORE), lo que puede llevar a una rotura de LCA y suponer problemas a largo plazo: mayor riesgo de recidiva (en ambas rodillas) y el séxtuplo de probabilidades de desarrollar osteoartritis (Müller et al., 2017). Existen otros factores intrínsecos que aumentan las probabilidades de rotura en la práctica deportiva en general: ser mujer, el nivel de estrógenos, la laxitud ligamentosa, el valgo de rodilla y la condición física en general (Ellenberg et al., 2020). Además, influyen factores extrínsecos como las condiciones meteorológicas o el diseño del trazado de cada carrera, que pueden tener efectos sobre la incidencia lesional (Gilgien et al., 2021).

Una vez descrita la lesión (etiología, incidencia y efectos), es importante identificar los factores de riego intrínsecos que pueden ser modificados para prevenir la rotura de LCA mediante programas de ejercicio. Estos factores incluyen: fuerza de cuádriceps y coactivación con isquiotibiales, control del valgo de rodilla, valgo dinámico de rodilla, falta de fuerza de CORE y de la musculatura de miembro inferior, y mal control neuromuscular (Jordan et al., 2017, Donnelly et al., 2012).

El valgo dinámico de rodilla se ve directamente influenciado por la debilidad de los rotadores externos de cadera, la falta de estabilidad en el CORE y patrones incompetentes de activación de la pierna (Ellenberg et al., 2020); por ello, son factores interesantes para tener en cuenta al proponer un programa de prevención.

Para reducir los factores de riesgo biomecánicos, es necesario aumentar el ángulo de flexión de rodilla y el control neuromuscular de la cadera, así como aumentar el soporte muscular contra las fuerzas externas que provocan rotación interna, flexión y valgo de rodilla. Los efectos combinados del entrenamiento de pliometría, equilibrio, resistencia y/o técnica han sido eficientes para reducir dichos factores en varios deportes (Donnelly et al.,2012).

Por otra parte, se ha demostrado que los programas de prevención basados en entrenamiento neuromuscular reducen el riesgo de lesión en LCA en otros deportes (Jordan et al., 2017). De la misma manera, una fuerza suficiente en el CORE disminuye el riesgo de lesión en el esquí (Raschner et al., 2012).

La pliometría consiste en ejercicios que permiten que el musculo alcance la máxima fuerza en el menor tiempo posible y es crucial para mejorar la potencia y la velocidad, aspectos esenciales en un deporte que demanda respuestas rápidas ante fuerzas externas y cambios de dirección (Komi, 2000). Un músculo que ha reducido la duración del ciclo de elongamiento-acortamiento se contrae más rápido y con más fuerza, lo que genera adaptaciones positivas en la fuerza, la potencia y la velocidad (Sáez-Sáez de Villarreal et al., 2010). Un tiempo de amortiguación ideal para que un ejercicio se considere como pliométrico debe ser inferior a 250 milisegundos (Jiménez et al., 2018; Fernández-Galván, 2024).

Se ha demostrado que la implementación de programas de entrenamiento pliométrico no solo mejora la fuerza explosiva y la estabilidad del CORE, sino que también reduce significativamente el valgo de rodilla dinámico y aumenta la flexión en el aterrizaje, factores que son determinantes para minimizar el riesgo de lesiones en el esquí (Weltin et al., 2017; Willadsen et al., 2019). En el estudio de Badenas et al. (2020) se afirma que el entrenamiento pliométrico es más eficaz, que el entrenamiento habitual de los triatletas, para mejorar la fatiga neuromuscular de estos. Por lo tanto, la inclusión de la pliometría en los regímenes de entrenamiento

puede ser una estrategia eficaz para reducir los factores de riesgo asociados a las lesiones de LCA.

2 Justificación

De entre todas las lesiones, independientemente del nivel de competición, las más comunes son las lesiones rodilla de las cuales casi un 50% son roturas de ligamento cruzado anterior (LCA) (Jordan et al., 2017). Se estima que por cada 100 esquiadores de alto nivel se lesionan hasta 8.5 cada temporada, y si el atleta pretende seguir compitiendo a dicho nivel, la opción más viable será la cirugía. Este proceso es el que más tiempo de baja supone para los esquiadores, y un 30% de ellos acaban requiriendo una segunda reconstrucción. Además, el riesgo de sufrir una lesión secundaria de LCA alcanza aproximadamente el 46,7%, siendo más frecuente en el miembro inferior contralateral. La recidiva de dicha lesión es más alta en el esquí que en otros deportes (balonmano, baloncesto, hockey), lo que hace que este deporte este considerado de riesgo y que los atletas pasen largos periodos fuera de la competición. (Csapo et al., 2020).

Estas lesiones no solamente implican un alto coste en recursos sanitarios para llevar a cabo una recuperación completa y readaptación al deporte, sino que muchas veces suponen la retirada prematura de esquiadores con una larga y posiblemente exitosa carrera deportiva por delante. Aunado a ello, supone consecuencias a largo plazo como daños en el cartílago y artrosis precoz por lo que es necesario investigar y encontrar un programa de prevención teniendo en cuenta el mecanismo lesional, los factores de riesgo y las demandas del deporte (Westin et al., 2018). Un ejemplo es el componente del entrenamiento neuromuscular: es un factor clave para la reducción de lesiones, pero sus parámetros para esquiadores no están bien definidos, ya que los programas de entrenamiento/prevención de este tipo se centran más en deportes de equipo (Müller et al., 2017).

La pliometría ha demostrado tener un efecto positivo sobre los factores de riesgo intrínsecos (Willadsen et al., 2019), pero a pesar de esta afirmación, los mecanismos por los cuales tienen efecto este tipo de entrenamientos (pliometría, neuromuscular y/o equilibrio) siguen siendo relativamente desconocidos y es

necesario testar estos protocolos más allá de la teoría (Donnelly et al.,2012). Ya que los estudios revisados no proporcionan evidencia directa que vincule el entrenamiento pliométrico específicamente con la prevención de lesiones en el LCA en esquiadores, no se puede afirmar con certeza que el entrenamiento pliométrico tenga un efecto directo en la reducción de lesiones del LCA en este contexto.

3 Objetivos e hipótesis

3.1 Objetivo general

Analizar la eficacia de un programa de entrenamiento de pliometría sobre reducción de factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores alpinos de competición de más de 18 años.

3.2 Objetivos específicos

OE1: Proponer un programa de prevención de roturas de LCA esquiadores alpinos de competición de más de 16 años basado en la literatura actual.
OE2: Analizar la diferencia de eficacia de un programa de entrenamiento de pliometría entre el sexo femenino y el masculino en la reducción de factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores de competición de más de 16 años.
OE3: Evaluar los cambios producidos por un programa de pliometría sobre el índice de asimetría entre miembros inferiores en cuanto a funcionalidad y fuerza reactiva en esquiadores alpinos de competición mayores de 16 años.

3.3 Hipótesis

Un programa de entrenamiento de pliometría reduce los factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores alpinos de competición de más de 16 años.

HE2: Un programa de entrenamiento de pliometría es eficaz en la reducción de factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores de competición de ambo sexos, mayores de 16 años.

HE3: Un programa de entrenamiento de pliometría produce cambios en el índice de asimetría entre miembros inferiores en cuanto a funcionalidad y fuerza reactiva en esquiadores alpinos adultos.

4 Metodología

4.1 Diseño

Se trata de un estudio analítico, experimental aleatorizado, longitudinal y prospectivo en el que se asignan los participantes a un grupo control o intervención con el objetivo de evaluar la eficacia de un programa de entrenamiento de pliometría de 12 semanas en la prevención de roturas de LCA en comparación con el entrenamiento habitual. El estudio se realizará con esquiadores de la modalidad esquí alpino que se encuentren activos en competición y no sufran de patologías de rodilla.

El estudio se llevará a cabo con las distintas federaciones autonómicas de deportes de invierno de España, y se llevará a cabo de acuerdo con la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (World Medical Association, 2013).

4.2 Muestra y formación de grupos

Para la muestra se seleccionarán esquiadores de competición tanto de sexo masculino como femenino que compitan en el circuito Fédération Internationale de Ski (FIS) de entre dos federaciones autonómicas de deportes de invierno, adscritas a la Real Federación Española de Deportes de Invierno (RFEDI): Federación Aragonesa de Deportes de Invierno (FADI Aragón) y Federació Catalana d'Esports d'Hivern (FCEH). Se accederá a la muestra a través de una de las investigadoras principales, Julia Cosmen, la cual forma parte del equipo técnico realizando funciones de entrenadora auxiliar y de apoyo al equipo de fisioterapia.

Antes de comenzar el estudio se dispondrá de un consentimiento informado para todos los deportistas, donde se indiquen las características del estudio.

De acuerdo con las fórmulas estadísticas propuestas por Fisterra (s.f.) y teniendo en cuenta que en la actualidad los esquiadores alpinos de competición compitiendo en el circuito FIS pertenecientes a las federaciones autonómicas de Aragón y Cataluña, el total de la población sería de 119 sujetos (Fédération Internationale de Ski, 2024). Asumiendo un nivel de confianza del 95%, y una proporción y precisión del 5%, obtendríamos como resultado de tamaño muestral un total de 45 sujetos, y

estimando una tasa de abandono del 15%, contaríamos finalmente con 54 sujetos. Los participantes se dividirán en hombres y mujeres, y a su vez estos en dos grupos de igual tamaño, dividiendo el número total de sujetos (N) equitativamente entre los grupos (n=N/2): grupo de intervención (GI=n±1) y control (GC=n±1), de manera aleatoria.

Antes de iniciar el estudio se realizará una sesión formativa con los entrenadores, preparadores físicos y esquiadores participantes en el mismo donde se detallará el estudio, así como los beneficios a corto, medio y largo plazo con el fin de reducir la tasa de abandono lo máximo posible.

Ambos grupos continuaran con su entrenamiento habitual, y el GI realizará, además, un programa de pliometría de 30 min bisemanalmente durante 12 semanas.

4.2.1 Criterios de inclusión

a. Estar en posesión de licencia RFEDI y en activo.
b. Estar en posesión de licencia FIS y en activo.
c. Estar federado/a por un club perteneciente a la FADI Aragón o a la FCEH.
d. Residir en España.
e. Pertenecer a algún club adherido a las federaciones aragonesa, andaluza, catalana o madrileña de deportes de invierno.
f. Tener más de 16 años.
g. Haber realizado un mínimo del 90% de las sesiones.

4.2.2 Criterios de exclusión

a. Padecer rotura de LCA.
b. Haber padecido roturas ligamentosas, meniscales o de la cápsula articular en cualquiera de las rodillas en los últimos 24 meses.
c. Haber padecido alguna lesión significativa en la temporada actual y/o inmediatamente anterior que sea incompatible con la realización de los entrenamientos, que será evaluado en la valoración inicial.
d. Padecer alguna lesión, enfermedad, síndrome u otro tipo de patología en el momento del estudio que comprometa la capacidad de realizar un

entrenamiento de pliometría, e imposibilite completar al menos el 90% de las sesiones.

e. 1RM en sentadilla menor que el 1,2 de su peso corporal.

4.3 Variables y material de medida

La variable independiente de este estudio será el entrenamiento de pliometría, mientras que las variables dependientes a medir serán las siguientes, ya que se relacionan con la incidencia de ligamento cruzado según Jordan et al. (2022), Müller et al. (2017) y Sporri et al. (2017).

Fuerza y funcionalidad de CORE, fuerza de miembro inferior (1RM sentadilla), potencia y funcionalidad (2), fuerza reactiva, flexión de rodilla máxima y valgo dinámico (drop jump).

4.3.1 Fuerza de miembro inferior

Es una variable dependiente cuantitativa discreta, se medirá mediante una repetición máxima (1RM) de sentadilla, con el encoder de *Vitruve* (Vitruve encoder; Madrid, España) cedido por la Universidad Europea de Madrid. Se ha demostrado según Kilgallon et al. (2022) que es un dispositivo fiable para medir el RM, una variable útil para medir la condición física del esquiador y su capacidad para realizar un programa de pliometría de forma segura. El test consistirá en dos sentadillas con la barra a la espalda de calentamiento y para comprobar que le atleta conoce la técnica adecuada, después se realizaran 3 repeticiones medidas con la app de Vitruve, siguiendo las indicaciones de esta. La variable se medirá en kilogramos.

4.3.2 Fuerza máxima excéntrica

Variable dependiente cuantitativa continua, que se medirá en newtons a través de 1RM de sentadilla, siguiendo el protocolo descrito en Chang & Chiang (2022)

Para ello se utilizará la plataforma portátil *Kistler,* cedida por la Universidad Europea (9260AA, Kistler Group, Winterthur, Switzerland), y el encoder mencionado anteriormente.

4.3.3 Potencia y funcionalidad

Se medirá con el *1 Hop test for distance*, como indica Westin et al. (2018), es una variable dependiente cuantitativa continua. Los participantes deberán de saltar 3 veces con cada pierna.

Para la medición, el participante se colocará sobre una pierna y con las manos detrás de la espalda y saltará hacia delante lo más lejos que pueda. Debe mantener el equilibrio al aterrizar, si no, no será válido, se medirá la distancia desde la línea de despegue hasta el punto más cercano de contacto del pie en el aterrizaje. Se tomará la mayor medida (en centímetros) de los tres saltos y se calculará el porcentaje de diferencia entre cada pierna.

4.3.4 Fuerza reactiva

Variable dependiente cuantitativa continua, que se medirá a través del *Drop jump.* Tal y como indica Muller et al. (2017), se medirá el índice de fuerza reactiva en mm/ms. El test se llevará a cabo siguiendo las instrucciones de Ellenberge et al. (2020), salvo los parámetros que se refieren a mediciones 3D. Se calculará también la asimetría.

4.3.5 Flexión máxima de rodilla y valgo dinámico de rodilla

La flexión máxima de rodilla (FRM) es una variable dependiente cuantitativa continua, que se medirá a través del *Drop jump* mencionado anteriormente, utilizando un sistema de medición 2D en grados y la fuerza de reacción vertical del suelo (vGRF) medida en N, la cual ha demostrado tener una reacción inversa con la FMR y por ende con la predisposición para padecer lesiones del LCA (a mayor vGRF menor flexión máxima de rodilla y mayor riesgo de lesión) (Willadsen et al., 2019).

El valgo dinámico de rodilla, es una variable dependiente cuantitativa continua, que se medirá a través del *Drop jump* de la misma manera que la FRM. Debido a su facilidad de uso y medición, el valgo dinámico de rodilla y la flexión máxima serán medidas a través de app en dispositivos móviles ya empleados en estudios anteriores Irawan et al., 2022; Jamaludin et al., 2022). Para que la medición sea fiable, se deben de tener en cuenta varios factores, por ello el salto se grabará

desde un plano frontal y otro sagital siguiendo los parámetros definidos por Fernando Afanador-Restrepo (2022), grabando con 2 móviles *iPhone 13* o superior (Apple Inc; California, USA) a cámara lenta y analizado con el software de *Kinovea* (Version 0.9.3, Kinovea Open Source Project, www.kinovea.org).

4.3.6 CORE

Fuerza de CORE: variable dependiente cuantitativa continua, que se medirá a través de la batería de test en segundos validada por Becker et al. (2019), siguiendo el protocolo descrito en dicho estudio.

Funcionalidad de CORE: variable dependiente cuantitativa discreta, que se medirá utilizando el protocolo de *lateral step down*, en número de repeticiones, validado por Kahraman et al. (2016)

4.4 Procedimiento

Se accederá a las federaciones a través de una de las investigadoras principales debido a la relación laboral que tiene con estas entidades. Se enviará un cuestionario inicial sobre historia médica y dolor (Anexo I). Las valoraciones iniciales se realizarán a los sujetos que resulten aptos tras el cuestionario.

4.4.1 Consentimiento informado

Previo al inicio de las evaluaciones iniciales, los sujetos recibirán un correo electrónico informativo acerca de las características del estudio y con el consentimiento informado para que puedan leerlo detenidamente (Anexo II). Este documento se deberá entregar de manera individual y debidamente cumplimentado.

4.4.2 Evaluación inicial

Las evaluaciones iniciales se llevarán a cabo durante la semana previa al comienzo de la realización del intervención; esto es, la última semana de mayo. Para los deportistas de la FADI Aragón, las pruebas tendrán lugar en las instalaciones del Centro Especializado en Tecnificación de Deportes de Invierno (CETDI) de Aragón, con sede en Jaca (Huesca, Aragón). Para los deportistas de la FCEH, se realizarán

las pruebas en las instalaciones del CETDI de Cataluña, con sede en Viella (Lérida, Cataluña). Las COIP se desplazarán a estos lugares para realizar las evaluaciones, supervisar la ejecución de las mismas y hacer la recogida de datos de las pruebas especificadas en el apartado *4.3 Variables y material de medida*. Estos datos se recogerán en la tabla que se muestra en el Anexo III.

4.4.3 Formación previa

Una vez formados los grupos, se hará una reunión telemática con los entrenadores de los equipos de los sujetos seleccionados para el GI donde se les formará en la intervención, para que realicen las sesiones presencialmente con los esquiadores, explicando los parámetros a seguir durante las sesiones e incidiendo en el feedback y correcciones que deberán dar durante las sesiones.

4.4.4 Intervención

La intervención consistirá en un programa de entrenamiento de 12 semanas, con dos entrenamientos a la semana, de entre 30-45 minutos cada uno, incluyendo calentamiento, parte principal (ver tabla 1) y vuelta a la calma. La intensidad de los entrenamientos irá aumentando en cada bloque mediante la incorporación de movimientos pliométricos más complejos, aproximándose paulatinamente a movimientos específicos del esquí alpino. El calentamiento consistirá en movilidad articular genérica y estiramientos dinámicos genéricos. La parte principal de los entrenamientos se detalla en la tabla 1.

Este protocolo estructurado de entrenamiento pliométrico está diseñado para mejorar las capacidades físicas de los esquiadores alpinos de competición, con el foco en la prevención de lesiones de LCA. Los ejercicios elegidos están basados en la evidencia que señala que el entrenamiento neuromuscular puede reducir significativamente el riesgo de lesión de miembro inferior, especialmente en deportes de riesgo como es el esquí alpino (Jordan et al., 2017). Además, también se pone el foco en ejercicios bilaterales y unilaterales con el objetivo de mejorar la simetría entre los miembros, que ha demostrado ser crucial en la prevención de lesiones (Müller et al., 2018).

En cuanto a la progresión de la carga durante la realización del protocolo, se realizará mediante el aumento de la intensidad de los ejercicios y la disminución del volumen de los mismos. La carga aumentará con el aumento de la altura de los cajones para realizar los saltos y la complejidad de los ejercicios. En cuanto a la altura de los cajones, se comenzará con cajones de 30 cm, indicados para deportistas principiantes en pliometría, y se irá aumentando 5 cm cada semana, siempre que la técnica no se vea comprometida (Ramírez et al., 2018). De esta manera, aumentaremos secuencial y semanalmente de la siguiente forma: 30, 30, 35, 40, 45, 50, 45, 50, 55, 60, 55, 60. Así aseguramos durante las dos primeras semanas que se adquiere la técnica adecuada para progresar en altura y posteriormente la incrementamos de manera gradual para no comprometer la integridad física de los deportistas. En el caso de los box jump con peso y el medicine ball slam, se considerará como peso adecuado aquel máximo que no comprometa la técnica del ejercicio durante la totalidad de éste.

Tabla 1

Intervención.

Bloque 1. Fundamentos y fuerza básica					
Sesión 1	**Ejercicios**	**Series**	**Repeticiones**	**Objetivo**	**Descanso**
	Box Jumps	3	8 por cada lado	Trabajar mecanismos de aterrizaje suave para absorber impactos	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Lateral bounds	3	10	Trabajar estabilidad y fuerza laterales	
	Single-Leg Hops	3	6 por cada lado	Trabajar estabilidad y fuerza unilaterales	
Sesión 2	**Ejercicios**	**Series**	**Repeticiones**	**Objetivo**	**Descanso**
	Depth Jumps	3	6	Trabajar fuerza reactiva y aterrizaje controlado	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Tuck Jumps	3	8	Trabajar potencia explosiva y mecanismos del salto vertical	
	Broad Jumps	3	5	Trabajar potencia horizontal y mecanismos de aterrizaje	
Bloque 2. Desarrollo de fuerza y potencia.					
Sesión 1	**Ejercicios**	**Series**	**Repeticiones**	**Objetivo**	**Descanso**
	Box Jumps con peso	3	6	Aumentar la intensidad y potencia de salida	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Single-Leg Lateral Hops	3	8 por cada lado	Mejorar el equilibrio y la fuerza	
	Flexiones pliométricas	3	6	Trabajar la explosividad de tronco y estabilidad de CORE	

Sesión 2	Ejercicios	Series	Repeticiones	Objetivo	Descanso
	Depth Jumps con rotación	3	5	Trabajar movimientos rotacionales para imitar la dinámica del esquí	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Split Jumps	3	8	Trabajar potencia y coordinación de miembros inferiores	
	Box Jumps laterales	3	6	Trabajar movimiento y agilidad laterales	
Bloque 3. Pliometría avanzada e integración específica al deporte.					
Sesión 1	**Ejercicios**	**Series**	**Repeticiones**	**Objetivo**	**Descanso**
	Box Jumps unilaterales	3	5 por cada lado	Trabajar el equilibrio y fuerza unilaterales	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Depth Jumps con movimiento lateral	3	5 por cada lado	Imitar movimientos específicos del esquí y mejorar la agilidad	
	Medicine Ball Slams	3	8	Incorporar el CORE y el tronco y miembros superiores de manera explosiva	
Sesión 2	**Ejercicios**	**Series**	**Repeticiones**	**Objetivo**	**Descanso**
	Bounding	3	10	Trabajar la distancia y la potencia en movimiento	60-90” entre series; 2-3 minutos entre ejercicios
	Zancada Lateral Pliométrica	3	6 por cada lado	Mejorar la agilidad y la fuerza laterales	
	Kneeling to Jump	3	5	Desarrollar la fuerza explosiva desde una posición estática	

Nota. Desarrollo de las sesiones de pliometría de cada uno de los bloques con los objetivos individuales de cada ejercicio de cada sesión. Elaboración propia.

4.4.5 Evaluación posterior

La evaluación posterior consistirá en las mismas pruebas que la evaluación inicial y se llevará a cabo de la misma manera, siempre que sea posible. Debido al desconocimiento de la ubicación de los deportistas en el momento de la finalización del protocolo, se contemplará el desplazamiento de las COIP a otras ubicaciones. Además, se enviará un cuestionario de satisfacción tanto a los deportistas como a los entrenadores que hayan participado en el estudio (Anexo IV).

4.5 Análisis de datos

La información obtenida se analizará usando la herramienta IBM® SPSS® Statistics v29 (INC., Chicago, IL, USA) Se evaluará la distribución normal de todas las variables mencionadas utilizando la prueba de *Shapiro-Wilk.* Para las variables cuantitativas, se calcularán las estadísticas descriptivas (desviación estándar, media, mediana, mínimo y máximo). Estas variables incluyen: fuerza de miembro inferior (kg), fuerza máxima excéntrica (kg), potencia y funcionalidad (cm y % de diferencia entre piernas), fuerza reactiva (mm/ms), flexión máxima de rodilla (grados), valgo dinámico de rodilla (grados), fuerza de reacción vertical del suelo (vGRF) (N), fuerza CORE (segundos), funcionalidad CORE (número de repeticiones).

Los resultados se presentarán tanto para hombres como para mujeres, permitiendo una separación clara entre los géneros, en estas variables y todas las que se mencionan posteriormente. En cuanto al análisis pre-post, para variables con distribución normal (por ejemplo, fuerza de miembro inferior, fuerza máxima excéntrica), se utilizará la prueba T-Student para muestras pareadas. Para variables sin distribución normal, se aplicará la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Además, Se calculará el tamaño del efecto (D-Cohen) para cada variable, cuantificando la magnitud del cambio entre las mediciones pre y post intervención.

Para el 1 hop test y el Drop Jump, se realizarán pruebas T pareadas o pruebas de Wilcoxon para comparar las diferencias entre extremidades y calcular el porcentaje de asimetría.

En cuanto a la correlación entre las diferentes variables (fuerza de miembro inferior y potencia (1 hop test) y (fuerza reactiva y flexión máxima de rodilla) relacionada con los OE 4 y OE 5, se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman según la distribución de las variables

Por último, se calculará el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para evaluar la fiabilidad de las mediciones repetidas, especialmente para las mediciones de fuerza y los test de salto. Se establecerá un nivel de significancia $p>0,05$ para todas las pruebas estadísticas realizadas.

5 Equipo investigador

Las co-investigadoras principales (COIP) serán Julia Cosmen Fernández y Nerea Portolés Gómez, graduadas en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CAFyD) y Fisioterapia por la Universidad Europea de Madrid. La primera se encargará de contactar con las federaciones, así como de concretar la cesión de sus instalaciones para realizar las evaluaciones inicial y final. Entre ambas llevarán a cabo ambas evaluaciones: una se encargará de la comprobación del material y de que las pruebas se lleven a cabo de forma correcta mientras que la otra irá recogiendo los datos para su posterior análisis. La segunda COIP llevará a cabo la sesión formativa con los entrenadores y/o preparadores físicos, siendo éstos quienes realizarán la supervisión de los entrenamientos, asegurando una técnica correcta y ofreciendo correcciones.

El personal subcontratado constara de los entrenadores de los equipos a los que se les pagara un extra, ya que tendrán que llevar a cabo un entrenamiento extra.

6 Viabilidad del estudio

Los gastos del estudio consistirán en:

Desplazamientos y dietas, aproximamos que el gasto para dos personas, de los dos viajes, dos noches de hotel por cada viaje, ascenderá aproximadamente a 1.500€. Los entrenadores subcontratados cobrarán 13€ la hora, lo que supone un total de 3.978€. Esto supone un total de 5.478€, en caso de que todos los materiales fueran cedidos por el centro o por la UEM y no surgiese ningún imprevisto.

Contaríamos con la financiación de la convocatoria pública de Ayudas Europeas para Innovación y Desarrollo de la práctica Deportiva del Consejo Superior de Deportes (CSD) 2023 (Convocatoria pública de Ayudas Europeas para Innovación y Desarrollo de la práctica Deportiva del Consejo Superior de Deportes (CSD) 2023 – SEDE ELECTRÓNICA, s.f.

6.1 Limitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio es la falta de control sobre los entrenamientos habituales de cada equipo, así como la dieta y el sueño de los participantes. Otra posible limitación sería que algún corredor se negase a participar en el estudio pensando que podría afectar a su rendimiento; aunque se dejan claros los beneficios de participar, al ser deportistas de alto nivel podrían negarse. Por otra parte, la muestra del estudio es relativamente pequeña ya que es un deporte minoritario. En cuanto a las evaluaciones iniciales y finales, debido a la naturaleza de este deporte y la falta de precisión acerca de los programas anuales de cada equipo, podrían no ser realizadas en el momento óptimo.

7 Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los ODS son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por todos los Estados miembros de la ONU en 2015, diseñados para abordar desafíos como la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la degradación ambiental, la paz y la justicia. Este estudio, podría contribuir a los siguientes ODS:

ODS 3: Salud y Bienestar

Un programa de prevención exitoso supondría la posibilidad de reducir las lesiones y podría extrapolarse a otros deportes y a atletas amateur mejorando el bienestar y el pronóstico deportivo de estos.

ODS 5: Igualdad de Género

Promover la participación equitativa de hombres y mujeres en programas deportivos y de investigación ayuda a avanzar hacia la igualdad de género.

ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico

La posibilidad de reducir la retirada temprana del deporte en esquiadores prometedores supone aumentar las posibilidades de un desarrollo económico y social para las federaciones generando trabajo y visibilidad.

ODS 13: Acción por el clima

Las roturas de LCA suponen una serie de intervenciones sanitarias que generan residuos y gasto de energía.

8 Referencias

Alfaro Jiménez, D. F., Salicetti Fonseca, A., & Jiménez Díaz, J. (2018). Efecto del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva en deportes colectivos: un metaanálisis. Pensar En Movimiento: *Revista De Ciencias Del Ejercicio Y La Salud, 16(1), e27752.* https://doi.org/10.15517/pensarmov.v16i1.27752

Becker, S., Berger, J., Backfisch, M., Ludwig, O., & Fröhlich, M. (2019). Evaluation of the Bourban trunk muscle strength test based on electromyographic parameters. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology, 4(2).* https://doi.org/10.3390/jfmk4020035

Chang, C. C., & Chiang, C. Y. (2022). Using the Countermovement Jump Metrics to Assess Dynamic Eccentric Strength: A Preliminary Study. International *Journal of Environmental Research and Public Health, 19(23).* https://doi.org/10.3390/ijerph192316176

Csapo, R., Runer, A., Hoser, C., & Fink, C. (2021). Contralateral ACL tears strongly contribute to high rates of secondary ACL injuries in professional ski racers. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 29(6),* 1805–1812. https://doi.org/10.1007/s00167-020-06234-8

Donnelly, C. J., Elliott, B. C., Ackland, T. R., Doyle, T. L. A., Beiser, T. F., Finch, C. F., Cochrane, J. L., Dempsey, A. R., & Lloyd, D. G. (2012). An anterior cruciate ligament injury prevention framework: Incorporating the recent evidence. *Research in Sports Medicine, 20(3–4),* 239–262. https://doi.org/10.1080/15438627.2012.680989

Ellenberger, L., Oberle, F., Lorenzetti, S., Frey, W. O., Snedeker, J. G., & Spörri, J. (2020). Dynamic knee valgus in competitive alpine skiers: Observation from youth to elite and influence of biological maturation. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 30(7),* 1212–1220. https://doi.org/10.1111/sms.13657

Fédération Internationale de Ski (FIS). *Athletes.* Recuperado el (1 de diciembre de 2024). https://www.fis-

ski.com/DB/general/biographies.html?lastname=&firstname=&sectorcode=AL&gendercode=&birthyear=&skiclub=&skis=&nationcode=ESP&fiscode=&status=O&search=true

Fernando Afanador-Restrepo, D. (2022). 98 2d kinematic analysis of knee frontal plane knee valgus angle: a methodological approach 2d kinematic analysis of knee frontal plane knee valgus angle: a methodological approach. *In Rev.Ib.CC. Act. Fís. Dep (Vol. 11, Issue 3).*

Fisterra. (s.f.). Cálculo del tamaño muestral. https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp

Gilgien, M., Crivelli, P., Kröll, J., Luteberget, L. S., Müller, E., & Spörri, J. (2021). Injury prevention in Super-G alpine ski racing through course design. *Scientific Reports, 11(1).* https://doi.org/10.1038/s41598-021-83133-z

Irawan, D. S., Huoth, C., Sinsurin, K., Kiratisin, P., Vachalathiti, R., & Richards, J. (2022). Concurrent Validity and Reliability of Two-dimensional Frontal Plane Knee Measurements during Multi-directional Cutting Maneuvers. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *17*(2), 148–155. https://doi.org/10.26603/001c.31651

Jamaludin, N. I., Sahabuddin, F. N. A., Rasudin, N. S., & Shaharudin, S. (2022). The Concurrent Validity and Reliability of Single Leg Squat Among Physically Active Females with and without Dynamic Knee Valgus. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *17*(4), 574–584. https://doi.org/10.26603/001C.35706

Jiménez, D. F. A., Fonseca, A. S., & Díaz, J. J. (2018). Efecto del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva en deportes colectivos: un metaanálisis. Pensar en Movimiento: *Revista De Ciencias Del Ejercicio Y La Salud, 16(1), 27752. https://doi.org/10.15517/pensarmov.v16i1.27752*

Jordan, M., Aagaard, P., & Herzog, W. (2017). Anterior cruciate ligament injury/reinjury in alpine ski racing: a narrative review. *Open Access Journal of Sports Medicine, Volume 8.* https://doi.org/10.2147/oajsm.s106699

Jordan, M. J., Morris, N., Nimphius, S., Aagaard, P., & Herzog, W. (2022). Attenuated Lower Limb Stretch-Shorten-Cycle Capacity in ACL Injured vs. Non-Injured Female Alpine Ski Racers: Not Just a Matter of Between-Limb Asymmetry. *Frontiers in Sports and Active Living, 4.* https://doi.org/10.3389/fspor.2022.853701

Kahraman, B. O., Sengul, Y. S., Kahraman, T., & Kalemci, O. (2016). Developing a reliable core stability assessment battery for patients with nonspecific low back pain. *Spine*, *41*(14), E844–E850. https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001403

Kilgallon, J., Cushion, E., Joffe, S., & Tallent, J. (2022). Reliability and validity of velocity measures and regression methods to predict maximal strength ability in the back-squat using a novel linear position transducer. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. https://doi.org/10.1177/17543371221093189

Komi P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics, 33(10)*, 1197–1206. https://doi.org/10.1016/s0021-9290(00)00064-6

Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., Oberhoffer, R., & Raschner, C. (2017). Injuries and illnesses in a cohort of elite youth alpine ski racers and the influence of biological maturity and relative age: a two-season prospective study. Open Access Journal of Sports Medicine, *Volume 8.* https://doi.org/10.2147/oajsm.s133811

Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., Fink, C., & Raschner, C. (2018). Limb symmetry index in competitive alpine ski racers: Reference values and injury risk identification according to age-related performance levels. *Journal of Sport and Health Science*, 7(4). https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.002

Radu, A., Badau, D., & Graur, C. (2024). Enhancing Physical and Technical Performance in Sport Games through the Implementation of Plyometric Exercise Programs. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal, 17(32),* 1–6. https://doi.org/10.2478/tperj-2024-0001

Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Pinillos, F., Sánchez-Sánchez, J., Yanci, J., Castillo, D., Loturco, I., Chaabene, H., Moran, J., & Izquierdo, M. (2018). Optimal reactive strength index: Is it an accurate variable to optimize plyometric training effects on measures of physical fitness in young soccer players? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(4). https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002467

Raschner, C., Platzer, H. P., Patterson, C., Werner, I., Huber, R., & Hildebrandt, C. (2012). The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: A 10-year longitudinal study. *British Journal of Sports Medicine, 46(15)*. https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091050

Sáez-Sáez de Villarreal, E., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport, 13(5),* 513–522. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.08.005

Weltin, E., Gollhofer, A., & Mornieux, G. (2017). Effects of perturbation or plyometric training on core control and knee joint loading in women during lateral movements. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 27(3),* 299–308. https://doi.org/10.1111/sms.12657

Westin, M., Harringe, M. L., Engström, B., Alricsson, M., & Werner, S. (2018). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury in Competitive Adolescent Alpine Skiers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 6(4).* https://doi.org/10.1177/2325967118766830

Willadsen, E. M., Zahn, A. B., & Durall, C. J. (2019). What is the most effective training approach for preventing noncontact ACL injuries in high school-aged

female athletes? *Journal of Sport Rehabilitation, 28(1),* 94–98. https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0055

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, *310*(20), 2191–2194. https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053

9 Anexos

9.1 Anexo I

Cuestionario inicial sobre historia médica y dolor

Cuestionario previo - historia lesional y dolor

El presente cuestionario está diseñado para recopilar información sobre el historial de lesiones y condiciones médicas de los participantes interesados en formar parte del estudio "Eficacia de un entrenamiento de pliometría en la reducción de factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores alpinos de competición mayores de 16 años." El estudio se llevará a cabo de acuerdo a los estándares recogidos por la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

La información que se recoja en este cuestionario será confidencial y tratada conforme a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. En ningún caso se utilizará on otro propósito más allá de conocer su aptitud para realizar este estudio.

Responde al siguiente cuestionario dejando en blanco las preguntas en las que no aplique. Para cualquier consulta no dude ponerse en contacto con nosotras via e-mail

juliacosmenfdez@gmail.com nereapg@outlook.com

* Indica que la pregunta es obligatoria

Nombre y apellidos *

Tu respuesta

Correo electrónico *

Tu respuesta

Fecha de nacimiento *

DD MM AAAA

__ / __ / ____

¿Padece en este momento rotura de ligamento cruzado anterior (LCA)? *

- Si
- No

¿Ha sufrido alguna vez una rotura del LCA? *

- Si
- No

Si la ha sufrido indique cuando

Tu respuesta

Indique el dolor de rodilla que ha padecido en los ultimos 3 meses, siendo 0 nada de dolor, 3-4 ligera molestia y 10 dolor insoportable *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Con cuanta frecuencia siente este dolor *

- No siento dolor
- Despues de entrenamientos intensos
- En reposo (1-2 veces al mes)
- En resposo (semanalmente)

En los últimos 24 meses, ¿ha padecido alguna de las siguientes lesiones en cualquiera de sus rodillas? *

- [ ] Rotura meniscal
- [ ] Rotura capsula articular
- [ ] Rotura muscular grave (Grado II o III)
- [ ] Esguince de rodilla o tobillo
- [ ] No
- [ ] Otro: _____

Si ha respondido a la pregunta anterior especifique el lado afecto y el momento de la lesión

Tu respuesta

¿Ha sufrido alguna lesión en la temporada actual o en la anterior que pueda interferir con su capacidad para realizar entrenamientos? De ser así, especifique la lesión y la fecha. *

Tu respuesta

Actualmente, ¿padece alguna lesión, enfermedad, síndrome u otro? ¿Toma algún tipo de medicación que interfiera con su capacidad para entrenar/competir? De ser así, especifique. *

Tu respuesta

Nota. Elaboración propia.

9.2 Anexo II

Consentimiento Informado

Universidad Europea

CONSENTIMIENTO INFORMADO

EFICACIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE PLIOMETRÍA EN LA REDUCCIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE ROTURA DE LCA EN ESQUIADORES ALPINOS DE COMPETICIÓN ADULTOS.

Los objetivos de este estudio son: analizar la eficacia de un protocolo de entrenamiento de pliometría de 12 semanas en la reducción de los distintos factores de riesgo de rotura de ligamento cruzado anterior en competidores y competidoras de esquí alpino mayores de 16 años; realizar una comparación en el efecto en estos factores de riesgo entre sexo masculino y femenino; y evaluar los cambios fisiológicos que se producen tras la realización del protocolo.

En caso de querer participar, se llevará a cabo una intervención mediante un programa de entrenamiento físico de pliometría que será presencial, durante los meses de junio, julio y agosto en los lugares habituales de entrenamiento y bajo supervisión de sus entrenadores.

Este estudio está diseñado y será supervisado por expertos en las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Una vez finalizado el estudio, podrá solicitar información sobre los resultados generales del mismo.

Este estudio no deberá suponer ningún riesgo para su salud; si en algún momento sintiera alguna molestia o anomalía, consulte con su entrenador.

Yo, _____, con DNI _____, declaro que:

1. He sido informado/a sobre los objetivos, procedimientos, duración y frecuencia del estudio.
2. Entiendo que mi participación es voluntaria y puedo retirarme en cualquier momento sin dar explicaciones ni recibir ninguna penalización.

1

Universidad Europea

3. Acepto participar en el protocolo de entrenamiento pliométrico diseñado para este estudio y me comprometo a seguir las instrucciones que me proporcionen los investigadores.
4. Autorizo que se informe a mi entrenador y/o equipos médico y técnico sobre mi participación en este estudio.
5. Comprendo que se realizarán evaluaciones físicas y biomecánicas antes, durante y después del protocolo.
6. He sido informado/a de los posibles riesgos y beneficios asociados a mi participación.
7. Autorizo el uso de los datos obtenidos con fines de investigación, respetando mi anonimato y confidencialidad.
8. Entiendo que mis datos personales serán tratados de acuerdo con la Ley 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.
9. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas ellas han sido respondidas satisfactoriamente.
10. Me comprometo a informar inmediatamente a los investigadores sobre cualquier molestia, lesión o cambio en mi estado de salud durante el estudio.
11. Autorizo a ser grabado en vídeo durante la realización de los movimientos que sean pertinentes para las evaluaciones. Entiendo que estas imágenes serán utilizadas con el único fin de análisis científico y que no serán publicadas de manera que pueda ser identificado/a.
12. Se me ha explicado que los resultados del estudio podrán ser publicados en revistas científicas o congresos, manteniendo en todo momento la confidencialidad de mis datos personales.
13. He sido informado/a que no recibiré compensación económica alguna por mi participación en este estudio.

Yo, D/Dña ……, en ……, a …… de …… de 20…… afirmo haber leído el presente documento y doy mi consentimiento para participar en este estudio.

2

Universidad Europea

Nombre, apellidos y firma del participante:	Nombre, apellidos y firma del investigador/a principal:

Este consentimiento se ajusta a las normas éticas de investigación y ha sido aprobado por el Comité de Ética correspondiente.

3

Nota. Elaboración propia.

9.3 Anexo III

Tabla 2

Tabla de recogida de datos.

SUJETO	1RM SENTADILLA		DROP JUMP			CORE		1 hop test for distance
	%	Fmáx excéntrica	índice de Freactiva	Flexión máxima rodilla	Valgo dinámico rodilla	Becker	Lateral step down	Distancia (cm)
SUJETO 1								
SUJETO 2								
SUJETO 3								
SUJETO 4								
SUJETO 5								
SUJETO 6								
SUJETO 7								
SUJETO 8								
SUJETO 9								
SUJETO 10								
SUJETO 11								
SUJETO 12								
SUJETO 13								
SUJETO 14								
SUJETO 15								
SUJETO 16								
SUJETO 17								
SUJETO 18								
SUJETO 19								
SUJETO 20								
SUJETO 21								
SUJETO 22								
SUJETO 23								
SUJETO 24								
SUJETO 25								
SUJETO 26								
SUJETO 27								
SUJETO 28								
SUJETO 29								
SUJETO 30								
SUJETO 31								
SUJETO 32								
SUJETO 33								
SUJETO 34								
SUJETO 35								
SUJETO 36								
SUJETO 37								
SUJETO 38								

Nota. Elaboración propia.

9.4 Anexo IV

Cuestionario final de satisfacción.

Cuestionario de satisfacción

Tras la realización del estudio "Eficacia de un programa de entrenamiento de pliometría en la reducción de factores de riesgo de rotura de LCA en esquiadores alpinos de competición mayores de 16 años", nos gustaría conocer tu opinión acerca del funcionamiento de las sesiones de entrenamiento, las dificultades que se han podido presentar o cualquier aspecto en el que podamos mejorar.

La información que se recoja en este cuestionario será confidencial y tratada conforme a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. En ningún caso se utilizará on otro propósito más allá de conocer su aptitud para realizar este estudio.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Nombre y apellidos *

Tu respuesta

Correo electrónico *

Tu respuesta

¿Cuál ha sido tu papel durante el estudio? *

- ◯ Entrenador o equipo técnico
- ◯ Deportista

¿Has completado las 12 semanas de entrenamiento propuestas por el protocolo? *

Elige

Siguiente

Borrar formulario

No has completado el protocolo de entrenamiento

¿Por qué motivo no has completado las 12 semanas de entrenamiento?

Tu respuesta

¿Qué aspectos podríamos mejorar? ¿En qué y cómo te gustaría que el estudio hubiera sido diferente?

Tu respuesta

Por favor, deja cualquier comentario adicional o sugerencia sobre el estudio o el protocolo:

Tu respuesta

Atrás

Enviar

Borrar formulario

Sí has completado el protocolo de entrenamiento

¿Cuál es tu grado de satisfacción general con el estudio? *

Elige

¿Recomendarías participar en este estudio a otros entrenadores o deportistas? *

- Definitivamente no
- Probablemente no
- No estoy seguro/a
- Probablemente sí
- Seguramente sí

¿Cómo evaluarías la comunicación y el apoyo recibidos por el equipo investigador durante el estudio? *

Elige

¿Cómo evaluarías la complejidad de los ejercicios propuestos? *

Elige

¿Cómo evaluarías la frecuencia de las sesiones de entrenamiento? *

Elige

¿Cómo evaluarías la intensidad de las sesiones de entrenamiento? *

Elige

Si eres entrenador o cuerpo técnico, ¿cómo evaluarías la calidad de la sesión de formación previa a la realización del estudio?

Elige

¿Qué aspectos podríamos mejorar? ¿En qué y cómo te gustaría que el estudio hubiera sido diferente?

Tu respuesta

Por favor, deja cualquier comentario adicional o sugerencia sobre el estudio o el protocolo:

Tu respuesta

Atrás Enviar Borrar formulario

Nota. Elaboración propia.