

Luis Roca Rodríguez

Eric Cullerés Vígara

**DETECCIÓN DE DÉFICITS NEUROMUSCULARES EN
ESQUIADORES DE MODALIDAD ALPINA: ESTUDIO
OBSERVACIONAL TRANSVERSAL**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Dirigido por la Dra. Cristina Adillón Camón

Grado de Fisioterapia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus (Tarragona)

2024



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

FAÇULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

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

En/na CRISTINA ADILLON CAMON enla

seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

DETECCION DE DEFICITS NEUROMUSCULARES EN
ESQUIADORES DE MODALIDAD ALPINA: ESTUDIO
OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

REALITZAT PER:

Eric Culleres Vigarà

Luis Roca Rodriguez



ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: dentro del esquí alpino, las lesiones más frecuentes son las de extremidad inferior (41%-77%), siendo la más relevante la lesión de ligamento cruzado anterior. En prácticas deportivas con tanto riesgo debemos tener una buena composición física junto con una previa práctica. El objetivo de este estudio es determinar los déficits neuromusculares en la movilidad y estabilidad de los esquiadores de modalidad alpina.

MATERIAL Y MÉTODOS: estudio observacional transversal realizado entre febrero y mayo. Los participantes fueron monitores de esquí alpino entre los 18 a los 40 años. Las variables principales fueron: flexión dorsal de tobillo en carga, valgo de rodilla, estabilidad de tobillo, estabilidad lumbopélvica, estabilidad central y disimetría de extremidad inferiores. Los test utilizados son: Lunge Test, Single Leg Squat y Squat Lateral.

RESULTADOS: las principales alteraciones observadas son el valgo de rodilla en Squat Lateral con un 80% en la extremidad inferior derecha y un 92% en la extremidad inferior izquierda, la estabilidad de tobillo en Single Leg Squat con un 90% en la extremidad inferior derecha y un 92% en la extremidad inferior izquierda y la estabilidad central en Single Leg Squat con un 87% en la extremidad inferior derecha y un 85% en la extremidad inferior izquierda.

CONCLUSIÓN: los monitores de esquí alpino de edades comprendidas entre los 18 y los 40 años presentan falta de estabilidad central, falta de estabilidad de tobillo y valgo de rodilla dinámico, por lo que presentan más probabilidad de lesión de ligamento cruzado anterior.

PALABRAS CLAVE: estabilidad central, valgo de rodilla, lesiones del ligamento cruzado anterior, esquí.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The most prevalent injuries in alpine skiing are those of the lower limb (41%-77%), being the anterior cruciate ligament injury the most relevant one. In sport practices that involve such a considerable risk, we must have a good physical condition together with a previous adequate practice. The aim of this study is to determine the neuromuscular deficits in the mobility and stability of alpine skiers.

METHODS: Cross-sectional observational study carried out between February and May. The participants were alpine ski instructors between 18 and 40 years old. The principal variables were: ankle dorsal flexion under load, knee valgus, ankle stability, lumbar pelvic stability, central stability and lower limb dysmetria. The utilized tests are: Lunge Test, Single Leg Squat and Lateral Squat.

RESULTS: The main disorders analyzed are: knee valgus in Lateral Squat with an 80% in right lower limb and a 92% in left lower limb; ankle stability in Single Leg Squat with a 90% in right lower limb and a 92% in left lower limb and central stability in Single Leg Squat with an 87% in right lower limb and an 85% in left lower limb.

CONCLUSION: Alpine ski instructors aged between 18 and 40 present lack of central stability, lack of knee stability and dynamic knee valgus, being consequently more likely to suffer from anterior cruciate ligament injury.

KEY WORDS: central stability, genu valgum, anterior cruciate ligament injuries and ski.

INTRODUCCIÓN

El esquí alpino es un deporte muy popular con gran riesgo de lesiones, aunque se sabe que las tasas han disminuido de 5 a 8 por 1000 días-esquiador a 2-3 por 1000 días-esquiador y la naturaleza de estas lesiones también ha cambiado¹. Este deporte practicado por gran parte de la población, incluyen niños y adolescentes², alcanzando unos 200 millones de visitas en las distintas estaciones mundiales³.

No obstante, esta actividad puede conllevar lesiones y otros riesgos² debido a que está considerada como una de las prácticas deportivas más peligrosas no motorizadas debido a las altas velocidades, los terrenos impredecibles, las fuerzas externas, entre otros⁴. Ya que se sabe que los practicantes y sobre todo corredores en este deporte tenían un alto riesgo de padecer lesiones de rodilla y desgarros del ligamento cruzado anterior como diagnóstico más habitual⁵. Además, se estima que cada año se realizan entre 80000 y 100000 reparaciones de ligamento cruzado anterior en Estados Unidos⁶.

Así pues, el material de esquí ha ido evolucionando durante los distintos años, siendo las botas de esquí una de las principales causas de lesión de ligamento cruzado anterior debido a entre otras por su rigidez, por lo cual se investiga la posibilidad de que la parte trasera de nuestra bota ceda abriéndose en el momento en el cual un esquiador echara su cuerpo hacia atrás (sentándose) que es cuando más fuerza de corte recibe el ligamento cruzado anterior. Por lo cuál podemos decir que reduciendo la compresión de la bota y disminuyendo la fuerza de corte nos ofrece una mayor seguridad en la articulación de la rodilla⁷.

Además, las lesiones de extremidad inferior tienen 3 mecanismos principales la rotación externa y abducción, la caída hacia delante y la rotación interna⁸, en cambio, en este deporte se identificaron tres mecanismos que desencadenaban la lesión de ligamento cruzado anterior que se caracteriza por la rotación interna tibial, las fuerzas de corte dirigidas anteriormente por el equipo de esquí y el medio ambiente⁵.

Aunque, por otro lado, sabemos que utilizando un mejor material de esquí como por ejemplo obtener equipos de buena calidad, utilizando frenos de esquí, dispositivos antifricción, bastones con empuñadura de pistola, usar fijaciones multiliberaciones para principiantes e intermedios y buen acondicionamiento físico podemos disminuir esta tendencia⁸.

En resumen, es importante conocer las diferencias de género en las lesiones de rodilla para realizar una buena prevención⁹. ya que las lesiones en los deportes de invierno como sabemos son muy prevalentes sobre todo el ligamento cruzado anterior, pero se necesitan más estudios para hallar más factores de riesgo modificables ¹⁰ para llegar al objetivo de que el deportista

práctique el deporte de manera segura. Por eso necesitará de una buena evaluación, valoración, tratamiento y ayudar a que consigan un buen control neuromuscular en distintos planos y con distintas fuerzas actuando⁹.

HIPÓTESIS

La detección de déficits neuromusculares en esquiadores de modalidad alpina, entre 18 y 40 años, permite conocer y reducir la susceptibilidad de padecer lesiones a nivel de ligamento cruzado anterior.

OBJETIVOS

General: Determinar los déficits neuromusculares en la movilidad y estabilidad de los esquiadores de modalidad alpina entre 18 y 40 años.

Específicos:

1. Comparar y analizar si existen diferencias en los déficits neuromusculares según la selección (femenina/masculina).
2. Relacionar los factores de riesgo de la lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla con los déficits neuromusculares que puedan mostrar los esquiadores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio observacional transversal realizado entre los meses de junio de 2023 hasta mayo del 2024. El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación en medicamentos. El estudio se realizó en las instalaciones deportivas de las pistas de esquí de Cerler.

Participantes

Los participantes de este estudio fueron monitores de la estación de esquí de Cerler, de modalidad alpina durante la temporada 2023/2024.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

3. Tener entre 18 y 40 años.
4. Firmar voluntariamente el consentimiento informado.
5. No cumplir ningún criterio de exclusión.

Criterios de exclusión

6. Padecer alguna enfermedad psiquiátrica o psicológica.
7. Tener alguna enfermedad respiratoria o cardíaca.
8. Haber tenido alguna patología y/o lesión musculoesquelética previa en la extremidad inferior.

Criterios de eliminación del estudio

9. Sufrir una lesión durante la realización de las pruebas de evaluación.
10. No asistir al día pactado para realizar las pruebas.

Variables

Las **variables principales** son:

11. **Flexión dorsal de tobillo en carga:** se midió con el *Weight Bearing Lunge Test*¹¹. Los resultados se registran en centímetros (cm).
12. **Valgo de rodilla:** se evaluó con el *Single Leg Squat Test*¹² y con el *Squat Lateral*¹³. El resultado se obtendrá midiendo el ángulo Q¹⁴ en proyección frontal de rodilla en grados.
13. **Estabilidad central, lumbopélvica y de tobillo:** se valoró con el *Single Leg Squat Test*¹² y el *Squat Lateral*¹³. Los resultados se clasifican en estable o inestable.
14. **Dismetría en extremidad inferior:** se midió con una cinta centimétrica, y los valores se registraron en centímetros (cm). Se ha considerado dismetría si la diferencia de medición entre extremidades es superior a 1cm.

Se considerarán variables secundarias:

15. Edad (años)
16. Selección: femenina/masculina
17. Horas de entrenamiento a la semana (gimnasio, escalada/horas en pista).
18. Años de práctica de esquí (años)
19. Masa corporal: se medirá mediante la báscula Tanita. Se registra en kilogramos (Kg)
20. Altura corporal: se midió con una cinta centimétrica colocada en la pared. Los resultados se muestran en centímetros (cm)
21. Envergadura horizontal: se midió con una cinta centimétrica colocada en la pared. Los resultados se muestran en centímetros (cm)
22. Hiperlaxitud: se determinó con los criterios de Beighton¹⁵; considerando hiperlaxitud si se obtenía una puntuación > 4.

Procedimiento experimental

Para el reclutamiento de la muestra se envió un correo electrónico a todos los monitores de esquí de Cerler para explicarles la naturaleza del proyecto y invitarles a participar de manera voluntaria.

Las personas que aceptaron participar tuvieron que firmar voluntariamente el consentimiento informado y también el documento de cesión de los derechos de imagen.

A continuación, se aplicaron los criterios de elegibilidad correspondientes y a cada participante se le asignó un número de identificación para mantener el anonimato y establecer un orden en la realización de las pruebas.

Se dividió la muestra en grupos, dependiendo de su disponibilidad. Una vez llegaron los participantes, se les realizó una explicación de las pruebas y se hizo una demostración para que vieran de forma más visual cómo se desarrollarían.

Inicialmente, se registraron las variables antropométricas. La masa corporal, la altura corporal y la envergadura horizontal. Todos estos datos se recogieron en una tabla y también se anotó la selección del participante. Además, se recogieron los datos relacionados con la práctica deportiva: horas en pista semanales, años de práctica en esquí y deporte semanal externo al esquí.

También se observó si la presencia de hiperlaxitud (criterios de Beighton) y la presencia de dismetría de extremidad inferior; para ello se cogió de

referencia la espina iliaca anterosuperior, el trocánter femoral y el maléolo peroneal.

Los participantes tuvieron que asistir a las pruebas con pantalones cortos para poder ver las rodillas en las pruebas y con ropa cómoda en la parte superior.

Una vez explicadas las pruebas, todos los participantes del grupo fueron sometidos a una sesión de activación de 10 minutos donde hubo ejercicios de movilidad articular.

La primera prueba que se realizó fue el *Weight Bearing Lunge Test* para medir la flexión dorsal de tobillo. Para ello, se colocó una cinta adhesiva de 50 cm de longitud en el suelo, seguida de otra cinta de 60 cm de longitud en la pared a 90°. Se realizó en una zona donde tanto la pared y el suelo fueran superficies lisas sin zócalos ni bultos para no falsear el resultado. En la tira situada en el suelo se realizó una marca a 5 cm y otra a 10 cm respecto a la pared con una regla.

La siguiente prueba fue el *Single Leg Squat Test*. La prueba comenzó con el participante en bipedestación con brazos extendidos hacia delante y las manos juntas. A continuación, el sujeto tenía que colocar el peso sobre la extremidad a evaluar mientras que la otra se despegaba del suelo flexionando ligeramente la cadera y manteniendo la otra en extensión de rodilla. Desde esa posición el sujeto tuvo que flexionar la rodilla al máximo sin despegar el talón del suelo y sin modificar la posición de los brazos, seguidamente volvió a la posición inicial de bipedestación. Para la evaluación, se grabó al participante en plano frontal mientras realiza 3 intentos para valorar el valgo de rodilla posteriormente con el programa Kinovea.

Por otra parte, también se valoró el valgo de rodilla en el *Squat Lateral*. El participante se colocó en bipedestación con las manos entrecruzadas en los hombros y los pies abiertos superando la anchura de los hombros. El participante debía ir a buscar su rodilla realizando un squat lateral hacia un lado sin despegar los talones del suelo. Se repitió el proceso 3 veces por lado.

Sesgos

Para disminuir el **sesgo de selección**, la selección fue de aleatoria, de manera que todos los participantes que quisieran participar tuviesen la misma probabilidad de participar en el estudio.

Estimación del tamaño de la muestra

Se ha obtenido una muestra por conveniencia.

Procesamiento y análisis de datos

Los investigadores del estudio tuvieron que firmar una hoja de confidencialidad para usar los datos de los participantes de forma adecuada y en todo momento se ocultó los datos y rasgos de los participantes que pudiesen contribuir a su reconocimiento.

La recogida de los datos se realizó mediante el programa de Microsoft Excel 2023 versión 16.80 siempre en espacios donde el personal de este estudio pudiese acceder. Posteriormente para analizar los datos se utilizó el SPSS (*Statistical Package for the Social Sciencies*).

Para describir las variables cualitativas se utilizó la media aritmética y la desviación estándar y para describir las variables cualitativas utilizamos el porcentaje (%).

Para realizar la estadística entre nuestra variable cualitativa (sexo) y nuestras variables cuantitativas (valgo de rodilla, peso, altura, envergadura horizontal, años de esquí, horas semanales de esquí, horas semanales de gimnasio.) se realizó con la prueba T_Student. Mientras que, para realizar la estadística entre nuestras dos variables cualitativas (sexo y déficits de estabilidad) se utilizó la prueba de Chi-cuadrado.

Se ha establecido un valor de significación de $p < 0.05$. Se ha aceptado para todos los

contrastes de hipótesis un nivel de riesgo del 0.05 y los contrastes se han planteado a nivel bilateral, lo que equivale a concluir si las hipótesis son iguales o diferentes.

RESULTADOS

Se evaluaron para la selección un total de 91 participantes, de los cuales, 31 fueron excluidos por los motivos que se detallan en la Figura 1. Finalmente, fueron seleccionados 60 participantes que cumplían los criterios de elegibilidad. La muestra total se dividió según la selección (femenina/masculina). No hubo pérdidas de participación durante la realización del estudio.

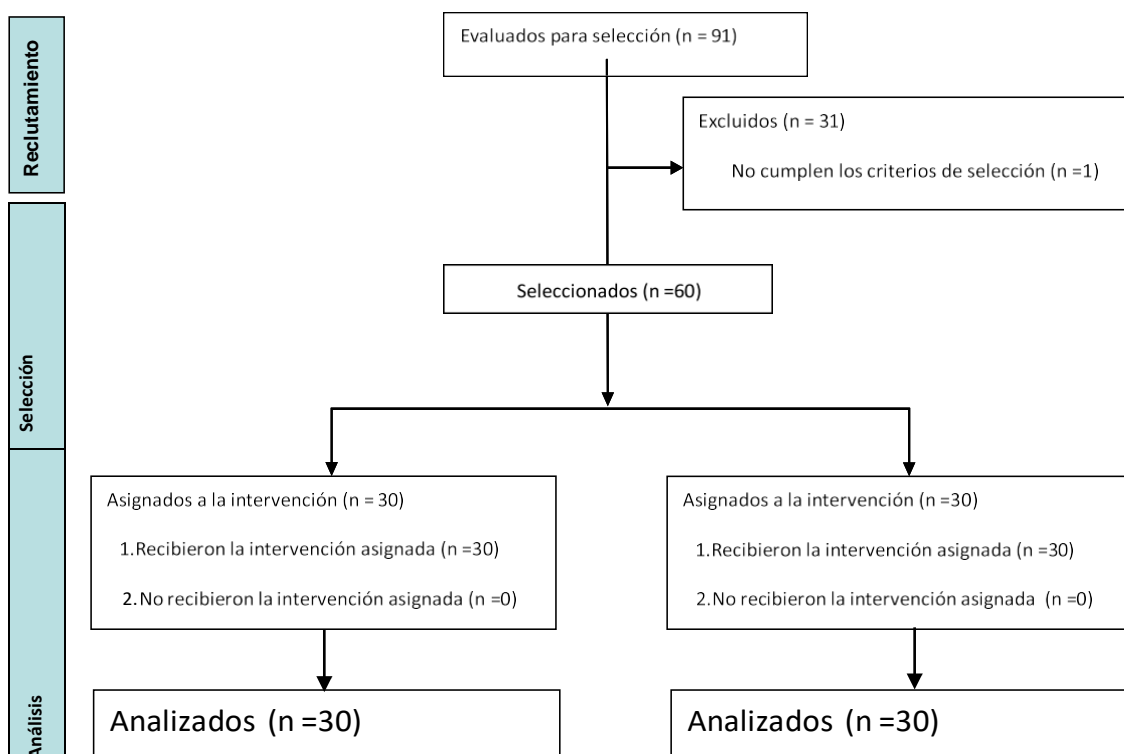


Figura 1. Diagrama de flujo del progreso a través de las fases del estudio observacional descriptivo transversal.

Características de la muestra

El 50% de la muestra es de la selección femenina y un 50% de la masculina. La media (desviación estándar) de edad de los participantes es de 23.48 (4.33) años, con una masa corporal de 67.34 (13.23) Kg, una altura de 169.25 (8.66) cm y una envergadura horizontal de 169.83(18.72) cm.

Un 13% de la muestra presenta disimetría de la extremidad inferior, un 7% de trocánter y un 7% de EIAS sin diferencias estadísticamente significativas entre selecciones (Chi- cuadrado; $p= 1.000$). En cuanto a la hiperlaxitud un 23% de la muestra es hiperlaxa.

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra (n=60).

	Selección femenina (n=30)	Selección Masculina (n=30)	p valor
Edad (años)^a	22.87(4.07)	24.10 (4.56)	0.273
Masa corporal (Kg)^a	58.75 (8.94)	75.92 (11.13)	0.001
Altura corporal (cm)^a	162.99 (5.18)	175.50 (6.69)	0.001
Envergadura horizontal (cm)^a	159.45 (21.32)	180.21 (6.00)	0.001
Hiperlaxitud^b	12 (40%)	2 (7%)	0.002

Datos expresados en ^a media (desviación estándar), ^b n(%).

Kg (Kilogramos); cm (centímetros).

^a valor p obtenido en la prueba T de Student para muestras independientes. ^B valor p obtenido en la prueba Chi-cuadrado.

En cuanto a las características deportivas la media de años de esquí practicados es 16.45 (5.39), en las horas de esquí semanales se observa una media de 16.67 (12.32) horas y en horas de deporte semanales 5.43 (5.56) horas.

Tabla 2. Características deportivas de la muestra (n=60).

	Selección femenina (n=30)	Selección masculina (n=30)	P_valor
Años de esquí	15.30 (5.13)	17.60 (5.49)	0.099
Horas de esquí semanales	9.80 (5.83)	23.53 (13.32)	0.001
Horas de deporte externo semanales	4.48 (3.67)	6.39 (6.90)	0.186

Datos expresados en media (desviación estándar).

Valor p obtenido con la prueba T de Student para muestras independientes.

Resultados principales

En cuanto a la valoración de la movilidad y estabilidad, el porcentaje de déficits es bastante igualado entre las dos selecciones (femenina/masculina).

Respecto a la valoración de la flexión dorsal de tobillo derecho, se observa una limitación en el 17% de los participantes (<10cm) en el lado derecho y un 15% en el izquierdo.

En cambio, en la prueba de *Single Leg Squat*, podemos observar un porcentaje mayor de déficits en la selección masculina, sobre todo a nivel de estabilidad central y lumbopélvica (Figura 2).

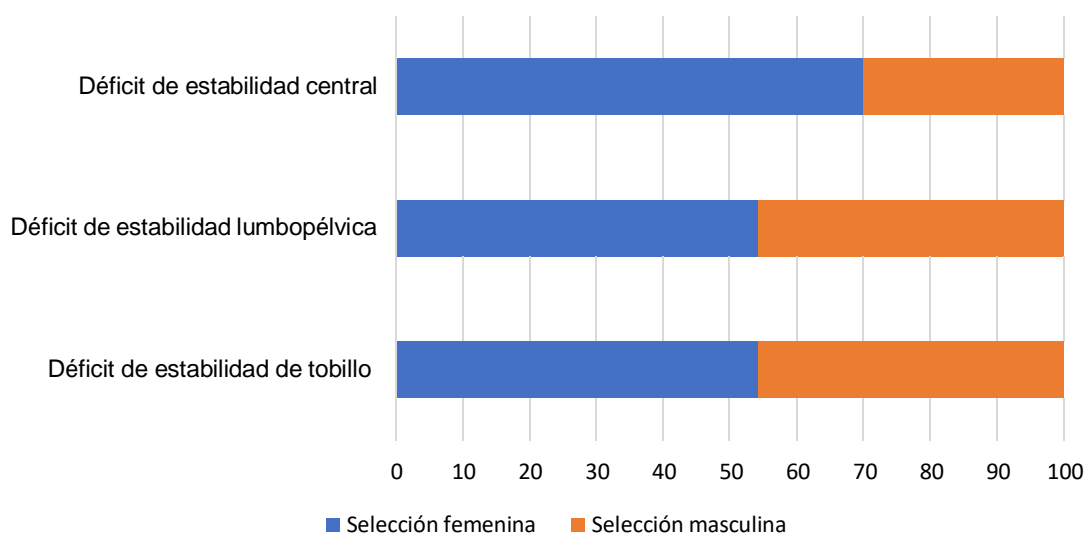


Figura 2. Porcentaje de inestabilidades en el Single Leg Squat.

En cuanto a la prueba *Squat Lateral* (Figura 3), se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de las dos selecciones, aunque se muestra que el porcentaje de selección masculina con valgo de rodilla en esta prueba es mayor.

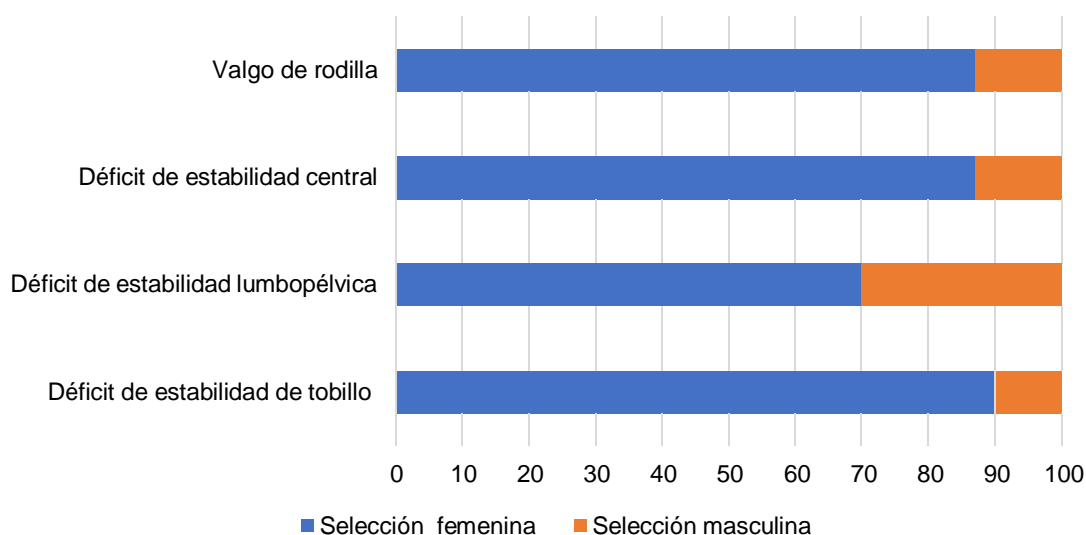


Figura 3. Porcentaje de inestabilidades en el Squat Lateral.

Por un lado, en referencia a los déficits de estabilidad (*Single Leg Squat*), en la extremidad derecha, un 61% presenta déficit de estabilidad de tobillo, un 62% déficit de estabilidad lumbopélvico y un 71% déficit de estabilidad central. Resultados similares se observan en la extremidad izquierda, un 64% presenta déficit de estabilidad de tobillo, un 60% déficit de estabilidad lumbopélvico y un 70% déficit de estabilidad central.

Por otro lado, los déficits de estabilidad (*Squat Lateral*) de la extremidad inferior derecha, un 90% presenta déficit de estabilidad de tobillo, un 65% déficit de estabilidad lumbopélvico y un 87% déficit de estabilidad central. En cuanto a la extremidad inferior izquierda, un 92% presenta déficit de estabilidad de tobillo, un 68% déficit de estabilidad lumbopélvico y un 85% déficit de estabilidad central.

Por último, en cuanto al valgo de rodilla, midiendo el ángulo Q, en el *Single Leg Squat*, en la rodilla derecha se observa una media de valgo de 18.05 (10.06) grados y en la rodilla izquierda de 21.92 (11.99). En cambio, en la prueba de *Squat Lateral*, un 80% de nuestra muestra presenta valgo de rodilla dinámico en la extremidad inferior derecha y un 92% en la extremidad inferior izquierda.

Tabla 3. Valoración de los déficits funcionales (n=60)

		Extremidad derecha	Extremidad izquierda	P_valor
Limitación de flexión dorsal tobillo ^a	Selección femenina (n=30)	5 (17%)	4 (13%)	0.718
	Selección masculina (n=30)	5 (17%)	5 (17%)	1.000
Déficit de estabilidad tobillo en Single Leg Squat ^a	Selección femenina (n=30)	15 (52%)	16 (55%)	0.792
	Selección masculina (n=30)	21 (70%)	22 (73%)	0.774
Valgo de rodilla en Single Leg Squat ^b	Selección femenina (n=30)	17.07 (9.06)	20.67 (11.97)	0.194
	Selección masculina (n=30)	19.03 (11.04)	23.17 (12.07)	0.172
Déficit de estabilidad lumbopélvica en Single Leg Squat ^a	Selección femenina (n=30)	17 (57%)	16 (53%)	0.795
	Selección masculina (n=30)	20 (67%)	20 (67%)	1.000
Déficit de estabilidad central en Single Leg Squat ^a	Selección femenina (n=30)	21 (72%)	21 (70%)	0.838
	Selección masculina (n=30)	21 (70%)	21 (70%)	1.000

Déficit de estabilidad de tobillo en Squat Lateral.^a	Selección femenina (n=30)	27 (90%)	27 (90%)	1.000
	Selección masculina (n=30)	27 (90%)	28 (93%)	0.640
Valgo de rodilla en Squat Lateral^a	Selección femenina (n=30)	26 (87%)	26 (87%)	1.000
	Selección masculina (n=30)	26 (87%)	29 (97%)	0.161
Déficit de estabilidad lumbopélvica en Squat Lateral^a	Selección femenina (n=30)	20 (67%)	21 (70%)	0.781
	Selección masculina (n=30)	19 (63%)	20 (67%)	0.787
Déficit de estabilidad central en Squat Lateral^a	Selección femenina (n=30)	26 (87%)	26 (87%)	1.000
	Selección masculina (n=30)	26 (87%)	25 (83%)	0.718

^a datos expresados en n(%), ^b datos expresados en media(desviación estándar).

^a valor p obtenido con la prueba Chi-cuadrado, ^b valor p obtenido con la prueba T de Student.

DISCUSIÓN

El presente estudio muestra los déficits musculoesqueléticos en monitores es esquí alpino entre 18 y 40 años (ambos incluidos). Para ello, se han realizado diferentes pruebas buscando simular el movimiento de las extremidades inferiores en los cambios de dirección relacionados con la disciplina deportiva del esquí alpino.

Las principales alteraciones observadas la falta de estabilidad central (78%), inestabilidad de tobillo (77%) y el valgo de rodilla (87%).

Según Raschner, la falta de estabilidad central es un factor de riesgo importante a la hora de desarrollar lesión de ligamento cruzado anterior en deportes de altos riesgos^{16,19}. En este estudio, se puede observar que un gran número de personas de nuestra población presenta déficit de estabilidad central, pero al comparar entre mujeres y hombres no es significativo. No obstante, sería un elemento clave a trabajar en la prevención de lesiones de esta población¹⁷.

Respecto al valgo de rodilla, son muchos estudios los que muestran que es este mecanismo el que provoca la lesión de ligamento cruzado anterior en esquí alpino^{18,19}. Se puede observar en el presente estudio que más de un 87% de la población presenta valgo de rodilla dinámico al realizar una squat lateral, que es el movimiento más semejante a un giro del esquí.

El déficit de flexión dorsal de tobillo es una característica importante para tener en cuenta dentro de los riesgos de desarrollar lesiones²⁰ ya que provoca una disminución de la amortiguación de las extremidades inferiores y un aumento del valgo dinámico de la rodilla²¹. En este caso, se ha podido observar, que no hay un resultado significativo ya que pocos participantes (17%) padecen esta alteración.

En cambio, en la estabilidad de tobillo, no hay mucha evidencia^{22,23} sobre el impacto que tiene en el desarrollo de lesiones dentro de este deporte, pero se han observado mayor porcentaje en la selección masculina.

Sin embargo, la hiperlaxitud es una característica importante a tener en cuenta en deportistas ya que es factor de riesgo de muchas lesiones como luxaciones o subluxaciones articulares, distensiones ligamentosas y meniscopatías²⁴, En este estudio se ha observado una gran diferencia entre selecciones (40% femenina y 7% masculina) lo que puede llevar a pensar que la selección femenina tiene más riesgo de padecer hiperlaxitud y por ello más riesgo de tener lesión relacionadas con las articulaciones de las extremidades inferiores.

Por último, cabe destacar la diferencia de valores entre mujeres y hombres. Según la evidencia^{15,25,26,27}, las mujeres presentan mayor probabilidad de padecer lesión de ligamento cruzado anterior dentro del deporte. En este estudio, la detección de déficits musculoesqueléticos ha sido contradictoria, ya que en elementos como la estabilidad central o el valgo de rodilla, la selección masculina ha presentado porcentajes más elevados. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se debería reflexionar sobre la presencia del valgo de rodilla dinámico en esta población, ya que, al ser un factor de riesgo importante para desarrollar lesiones de tren inferior, será el principal objetivo de cara a disminuir déficits en monitores de esquí.

También mencionar la falta de estabilidad central como objetivo para un trabajo posterior mediante ejercicio fuera de pista.

Por último, comentar que, aunque la evidencia muestra con mayor probabilidad de desarrollar lesiones a las esquiadoras femeninas en este estudio se muestra que los esquiadores masculinos presentan mayor número de déficits musculoesqueléticos, entonces será también un factor a tener en cuenta de cara a entrenamientos y preparación fuera de las pistas de esquí.

Limitaciones del estudio

A causa de la meteorología y la falta de espacio en las pistas de esquí de Cerler, para realizar las pruebas, el reclutamiento de la muestra fue complicado para poder llegar a un número significativo.

Futuras líneas de investigación

En futuras líneas de investigación se propone analizar los déficits musculoesqueléticos de esquiadores mientras están dentro de las pistas realizando cambios de dirección ya que así se podría observar de manera más detallada la biomecánica del esquiador al realizar los giros.

Además, en caso de evidenciar déficits musculoesqueléticos que sean factor de riesgo para desarrollar lesión de ligamento cruzado anterior, sería interesante diseñar un programa de ejercicios con el fin de modificar estos déficits y ver en un futuro la progresión de los esquiadores.

CONCLUSIONES

Los monitores de esquí de Cerler con edades comprendidas entre los 18 y los 40 años, presentan déficits de estabilidad central y estabilidad de tobillo, así como valgo de rodilla dinámico. Éstos déficits musculoesqueléticos se han relacionado con factores de riesgo de la lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla en esquí alpino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med.* 2002;32(12):785-93.
2. Meyers MC, Laurent CM Jr, Higgins RW, Skelly WA. Downhill ski injuries in children and adolescents. *Sports Med.* 2007;37(6):485-99.
3. Davey, A., Endres, N. K., Johnson, R. J., & Shealy, J. E. (2019). Alpine skiing injuries. *Sports health*, 11(1), 18-26.
4. Boutin, R. D., & Fritz, R. C. (2005). MRI of snow skiing and snowboarding injuries. In *Seminars in musculoskeletal radiology*, 9(4):360-78.
5. Jordan MJ, Aagaard P, Herzog W. Anterior cruciate ligament injury/reinjury in alpine ski racing: a narrative review. *Open Access J Sports Med.* 2017 Mar 30;8:71-83.

6. Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician*. 2010 Oct 15;82(8):917-22.
7. Benoit DL, Lamontagne M, Greaves C, Liti A, Cerulli G. Effect of Alpine ski boot cuff release on knee joint force during the backward fall. *Res Sports Med*. 2005 Oct-Dec;13(4):317-30
8. Buck PG, Sophocles AM, Beckenbauch RD. Unique aspects of downhill ski injuries part 1: epidemiology and equipment. *Orthopedics*. 1982 Mar 1;5(3):317-24.
9. Dugan SA. Sports-related knee injuries in female athletes: what gives?. *Am J phys Med Rehabil*. 2005 feb; 84(2): 120-30.
10. Tarka, M. C., Davey, A., Lonza, G. C., O'Brien, C. M., Delaney, J. P., & Endres, N. K. (2019). Alpine Ski racing injuries. *Sports health*, 11(3), 265-271.
11. Simondson J, Simondson D, Formby C, Brock K. The Ankle Lunge Test for measurement of dorsiflexion in individuals following stroke; reliability, validity and evaluation of change following intervention for spasticity of the lower limb. *Physiother Res Int*. 2022 Jan;27(1):e1925.
12. Perrott MA, Pizzari T, Opar MS, Cook J. Athletes with a clinical rating of good and poor lumbopelvic stability have different kinematic variables during single leg squat and dip test. *Physiother Theory Pract*. 2021 Aug;37(8):906-915.
13. Sato K, Liebenson C. The lateral squat. *J Bodyw Mov Ther*. 2013 Oct;17(4):560-2.
14. Skouras AZ, Kanellopoulos AK, Stasi S, Triantafyllou A, Koulouvaris P, Papagiannis G, Papathanasiou G. Clinical Significance of the Static and Dynamic Q-angle. *Cureus*. 2022 May 11;14(5):e24911. doi: 10.7759/cureus.24911.
15. Malek S, Reinhold EJ, Pearce GS. The Beighton Score as a measure of generalised joint hypermobility. *Rheumatol Int*. 2021 Oct;41(10):1707-1716.
16. Raschner C, Platzer HP, Patterson C, Werner I, Huber R, Hildebrandt C. The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: a 10-year longitudinal study. *Br J Sports Med*. 2012 Dec;46(15):1065-71.
17. Spörri J, Kröll J, Gilgien M, Müller E. How to Prevent Injuries in Alpine Ski Racing: What Do We Know and Where Do We Go from Here? *Sports Med*. 2017 Apr;47(4):599-614.
18. Shea KG, Archibald-Seiffer N, Murdock E, Grimm NL, Jacobs JC Jr, Willick S, Van Houten H. Knee Injuries in Downhill Skiers: A 6-Year Survey Study. *Orthop J Sports Med*. 2014 Jan 22;2(1):2325967113519741.

19. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2018 Aug;13(4):575-587.
20. Lima Y, Ferreira V, de Paula Lima P, Bezerra M, de Oliveira R, Almeida G. The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport.* 2018;29:61-69.
21. Bell-Jenje T, Olivier B, Wood W, Rogers S, Green A, McKinnon W. The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test. *Manual Therapy.* 2016;21:256-261.
22. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. *J Athl Train.* 2018 Jun;53(6):568-577.
23. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part II: Assessing Patient-Reported Outcome Measures. *J Athl Train.* 2018 Jun;53(6):578-583.
24. Bulbena A, Gonzalez JC, Drobnic F. La laxitud articular y su relación con la lesión deportiva y el trastorno por angustia. *AMD [Internet].* 2008 [citado 9 May 2024];127(25):174-383.
25. Nédélec E, Foli E, Shultz SJ, Swinton PA, Dolan E, Enright K, Piasecki J, Matthews JJ, Sale C, Elliott-Sale KJ. Effect of menstrual cycle phase, menstrual irregularities and hormonal contraceptive use on anterior knee laxity and non-contact anterior cruciate ligament injury occurrence in women: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2021 Oct 29;7(4):e001170.
26. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy.* 2007 Dec;23(12):1320-1325.
27. Beynnon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, Slauterbeck JR, Johnson RJ. The Effects of Level of Competition, Sport, and Sex on the Incidence of First-Time Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2014 Aug;42(8):1806-12.