



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical

Diana Patricia Ayala Ardila

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Medicina Interna

Especialidad Medicina del Deporte

Bogotá, Colombia

2022

Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical.

Diana Patricia Ayala Ardila

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Medicina del Deporte

Director (a):

Camilo Ernesto Povea Combariza

Especialista en Medicina del deporte. Máster en Fisiología y Biomecánica del Rendimiento Motriz. Doctor en Fisiología de las Adaptaciones. Profesor Asociado Departamento de Medicina Interna. Universidad Nacional de Colombia

Codirector (a):

Rodrigo Esteban Argothy

Fisioterapeuta. Magister en Ingeniería Biomédica. Docente programa Medicina del Deporte. Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Medicina Interna

Especialidad Medicina del Deporte

Bogotá, Colombia

2022

“Solo un pequeño pensamiento positivo en la mañana puede cambiar todo tu día”.

Dalai Lama

“Que corran todos los demás”

Declaración de obra original

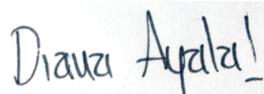
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Diana Patricia Ayala Ardila

Fecha 30/11/2022

Agradecimientos

En primer lugar, a los porristas participantes del Club Spirit All Stars, quienes fueron indispensables para poder realizar esta investigación. Especialmente al entrenador Eduardo Cuervo y Cesar Calderón, que desde el primer momento estuvieron prestos a colaborarme.

A mis tutores; Rodrigo Argothy participe para poder sacar adelante el proyecto. Camilo Povea que me acompañó en momentos cruciales, y fue uno de los mayores apoyos durante este proceso llamado Residencia.

A mi suegro Ariel Ruiz, que me colaboró, sin dudarlo un segundo con el análisis estadístico, y en la revisión del trabajo final.

A Iván que ha sido mi mayor apoyo en los últimos 11 años, y quien me ha dado todo para salir adelante en este no tan fácil proceso.

A mi familia: Mi mamá, mi hermana y Jerito, que desde lejos o cerca han estado atentos y me han acompañado a superar los obstáculos que he tenido siempre, y sobre todo en los últimos 3 años.

Nuevamente, a la Universidad Nacional de Colombia, que ha sido mi casa desde kínder hasta hoy, y donde he recorrido cada uno de mis pasos académicos.

Resumen

Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical

El porrismo ha tenido un crecimiento mundial y local importante. Las investigaciones en esta población en pro de intervenciones para mejorar el rendimiento y prevención de lesiones son escasas. El objetivo de esta tesis es determinar el perfil neuromuscular del tren inferior de porristas bogotanos mediante salto vertical, y su relación con asimetrías, y describir antecedentes de lesiones en la población.

Es un estudio transversal de tipo descriptivo y analítico. Se realizó una encuesta para conocer antecedentes relacionados con lesiones deportivas. Se realizaron pruebas de salto contramovimiento (CMJ) y drop jump (DJ).

El 84.62% ha presentado lesiones deportivas, las zonas comprometidas más frecuentemente fueron la rodilla, el tobillo y el hombro. En el CMJ diferenciado por género hay diferencia estadísticamente significativa en los valores de las variables JH, CMF, CMP, EccB-RFD, EccMF, EccMP, CMD. Las asimetrías en este salto (CMJ) no parecen relacionarse con la lateralidad de las lesiones. Las variables del DJ con diferencias estadísticamente significativas diferenciado por género fueron CMF-DJ, CMP-DJ, Landing-RFD, PlmF. En las variables DL-RFD, PLandF, aunque no hay asociación estadísticamente significativa, parece existir relación entre la asimetría y el lado lesionado.

No hay asociación entre las alteraciones de asimetría del perfil neuromuscular y las lesiones deportivas.

En el salto CMJ se identificó que las asimetrías son menores al 10% en más de la mitad de la población. En el DJ se identificaron mayor presencia de asimetrías significativas, alcanzando diferencias mayores al 20%. Pudiendo existir alguna asociación (no significativa) entre la asimetría y el lado lesionado.

Palabras clave: Porristas, Perfil neuromuscular, Miembro inferior, Salto contramovimiento, Drop Jump, Lesiones deportivas.

X Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical

Abstract

Neuromuscular profile of the Lower body in cheerleaders from Bogotá evaluated by vertical jump analysis

Cheerleading has had significant global and local growth. Research in this population for interventions to improve performance and prevent injuries is scarce. The objective of this thesis is to determine the neuromuscular profile of the lower body of Bogotá cheerleaders by vertical jump, its relationship with asymmetries, and to describe a history of injuries in the population.

It is a cross-sectional study of descriptive and analytical type. A survey was carried out to know the background related to sports injuries. Countermovement jump (CMJ) and drop jump (DJ) tests were performed.

84.62% of the people have history of sports injuries, the most frequently affected areas were the knee, ankle and shoulder. In the CMJ differentiated by gender, there is a statistically significant difference in the values of the variables JH, CMF, CMP, EccB-RFD, EccMF, EccMP, CMD. The asymmetries in CMJ do not seem to be related to the laterality of the lesions. Statistically significant differences in DJ by gender were CMF-DJ, CMP-DJ, Landing-RFD, PImF. In the DL-RFD, PLandF variables, although there is no statistically significant association, there seems to be a trend between asymmetry and the injured side.

There is no association between asymmetry alterations of the neuromuscular profile and sports injuries.

In the CMJ jump, it was identified that the asymmetries are less than 10% in more than half of the population. In the DJ, a greater presence of significant asymmetries was identified, reaching differences greater than 20%. There could be an association (non-significant) between asymmetry and the injured side.

Keywords: Cheerleaders, Neuromuscular Profile, Lower Limb, Countermovement Jump, Drop Jump, Sports Injuries.

Contenido

1. Marco teórico	14
1.1 Antecedentes del Cheerleading	14
1.2 Lesiones deportivas en porrismo.....	19
1.3 El perfil neuromuscular y el salto vertical	23
1.3.1 Variables de rendimiento del salto vertical.....	26
2. Metodología.....	29
2.1 Hipótesis.....	29
2.2 Diseño.....	29
2.3 Población y muestra.....	30
2.4 Recolección de datos.....	31
2.5 Instrumentos para obtención de los datos.....	31
2.6 Criterios de inclusión y exclusión.	31
2.6.1 Criterios de inclusión:	31
2.6.2 Criterios de exclusión:	32
2.7 Procedimiento	32
2.8 Análisis estadístico.....	33
3. Consideraciones éticas	35
4. Resultados.....	37
4.1 Antecedentes de lesiones deportivas	38
4.2 Salto vertical	43
4.2.1 Resultados CMJ	43
4.2.2 Resultados DJ	46
4.2.3 Asimetrías y antecedentes de lesión deportiva de miembros inferiores	49
5. Discusión.....	55
5.1 Antecedentes de lesiones deportivas	55
5.2 Salto vertical	60
5.2.1 CMJ.....	61
5.2.2 DJ.....	67
6. Conclusiones	73

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Superficie de presentación.....	15
Figura 2: Posiciones en el porrismo	18
Figura 3: Tipos de acrobacias	18
Figura 4: Salto Contramovimiento (CMJ).....	25
Figura 5: Salto Drop Jump (DJ).....	25
Figura 6: Detalle de área lesionada.....	39
Figura 7: Detalle de zona anatómica específica	39
Figura 8: Tipo de Diagnóstico Médico de los participantes lesionados.....	40
Figura 9: Porcentaje y diagnóstico según OSIICS.....	41
Figura 10: Zona específica: Lesión de miembros inferiores.....	42
Figura 11: Lesiones de Miembros inferiores.....	42

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Variables de trabajo de la encuesta	30
Tabla 2: Variables de trabajo Test de Salto Vertical	30
Tabla 3: Variables antropométricas de los porristas participantes.....	37
Tabla 4: Variables relacionadas con la práctica deportiva de los porristas.....	38
Tabla 5: Perfil neuromuscular: Variables de rendimiento CMJ según género y según posición.....	43
Tabla 6: Perfil neuromuscular: Variables de asimetría CMJ.....	45
Tabla 7: Perfil neuromuscular: Variables de rendimiento DJ según género y según posición.....	46
Tabla 8: Perfil neuromuscular: Variables de asimetría DJ.....	48
Tabla 9: Lado lesionado y <i>Eccentric Deceleration Rate Force Development asymmetry</i> (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en la desaceleración excéntrica) (CMJ) 49	
Tabla 10: Lado lesionado y <i>Eccentric Mean Force asymmetry</i> (Asimetría de la fuerza excéntrica media) (CMJ)	50
Tabla 11: Lado lesionado y <i>Eccentric Peak Force asymmetry</i> (Asimetría de la fuerza excéntrica pico) (CMJ)	50
Tabla 12: Lado lesionado y <i>Peak Landing Force asymmetry</i> (Asimetría de la fuerza pico de aterrizaje) (CMJ)	50
Tabla 13: Lado lesionado y <i>Landing Rate Force Development asymmetry</i> (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje) (CMJ).....	51
Tabla 14: Lado lesionado y <i>Drop Landing Rate Force Development asymmetry</i> (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el primer aterrizaje del drop) (DJ).....	51
Tabla 15: Lado lesionado y <i>Landing Rate Force Development asymmetry</i> (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el segundo aterrizaje) (DJ)	52
Tabla 16: Lado lesionado y <i>Peak Drop Landing Force Asymmetry</i> (Asimetría de la fuerza pico en el primer aterrizaje) (DJ)	52
Tabla 17: Lado lesionado y <i>Peak Landing Force Asymmetry</i> (Asimetría de la fuerza pico en el segundo aterrizaje) (DJ)	53

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
EA	Exhibiciones atléticas
CMJ	Countermovement jump
DJ	Drop jump
IDRD	Instituto Distrital de Recreación y Deporte
COI	Comité Olímpico Internacional
IMC	Índice de Masa Corporal
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
DE	Desviación estándar
RIC	Rangos intercuartílicos
ICU	International Cheer Union
USASF	United States All Star Federation
IASF	International All Star Federation
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
JH	Jump High
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
JH	Jump Height
CMF	Concentric Mean Force
CMP	Concentric Mean Power
Ecc B RFD	Eccentric Braking Rate Force Development
EccMF	Eccentric Mean Force
EccMP	Eccentric Mean Power
CMD	Countermovement Depth
CMF Asy	Concentric Mean Force asymmetry
CPF Asy	Concentric Peak Force asymmetry
EccMF Asy	Eccentric Mean Force asymmetry
EccPF Asy	Eccentric Peak Force asymmetry
PLandF Asy	Peak Landing Force asymmetry
Ac Stiff	Active Stiffness
CMF DJ	Concentric Mean Force Drop Jump
CMP DJ	Concentric Mean Power Drop Jump
Contact T	Contact Time
JH DJ	Jump Height Drop Jump
PTakeoff Acc	Peak Takeoff Acceleration
RSI	Relative Strength Index
Landing RFD	Landing Rate Force Development
PImF	Peak Impact Force

Abreviatura	Término
<i>DL RFD Asy</i>	Drop Landing Rate Force Development asymmetry
<i>Land RFD</i>	Landing Rate Force Development
<i>Asy DJ</i>	Asymmetry Drop Jump
<i>PDLandF Asy</i>	Peak Drop Landing Force asymmetry
<i>PLandF Asy DJ</i>	Peak Landing Force Asymmetry Drop Jump
<i>Land RFD Asy</i>	Landing Rate Force Development asymmetry

Introducción

El reciente reconocimiento hecho en 2021 a la Federación Internacional de Porrismo por parte del Comité Olímpico Internacional (COI) ha permitido no solamente conferirle a esta disciplina un carácter de deporte federado, con características altamente competitivas con exigentes cualidades atléticas en sus participantes, sino que adicionalmente aumenta el interés a nivel mundial y local. Sin embargo, las investigaciones relacionadas con posibles intervenciones a nivel de mejoría de rendimiento y prevención de lesiones en estos atletas es escasa. La realización del presente trabajo, obedece a este creciente interés y escasas publicaciones en esta disciplina deportiva.

Los porristas son deportistas que requiere desarrollar habilidades dentro de las cuales se destacan la fuerza, la potencia, la estabilidad, y la precisión. Adicionalmente, ellos realizan bailes, saltos, gimnasia, y elevaciones de otros deportistas, se hace necesario un adecuado conocimiento de algunas características biomecánicas relacionadas con esta modalidad deportiva para preservar y mantener el nivel competitivo. De esta manera, se pueden proyectar diferentes aspectos que ayuden a preservar la salud y puedan involucrarse con incremento del rendimiento deportivo.

Las tasas de lesiones identificadas en este deporte son variables según la fuente, sin embargo, en esta población se considera de gran importancia poder generar recursos para intervenir a nivel de prevención, teniendo en cuenta que se ha considerado un deporte de conjunto de contacto debido a un gran aumento de las lesiones desde su inicio.

Los factores de riesgo identificados para presentar lesiones son el índice de masa corporal (IMC), la existencia de antecedentes de lesiones previas, los entrenamientos que se realicen en superficies duras, y la realización de acrobacias fuera de su nivel. Por otro lado, se ha identificado que la falta de fuerza, de flexibilidad, de coordinación, de técnicas

inadecuadas, y la presencia de asimetrías musculares pueden estar asociadas a la aparición de lesiones. Es por estas razones, que el conocimiento adecuado del estado actual de algunos representantes en este deporte permitirá generar a futuro intervenciones que intenten disminuir la incidencia de lesiones en esta población.

El objetivo de esta tesis es determinar el perfil neuromuscular del tren inferior de porristas bogotanos mediante pruebas de saltabilidad relacionado con la presencia de asimetrías en los miembros inferiores. Adicionalmente describir algunos antecedentes relevantes de lesiones en la población estudiada, determinar los valores de las variables de rendimiento que componen el perfil neuromuscular y analizar las variables que componen el perfil neuromuscular con la presencia de asimetrías en el tren inferior.

Los participantes firmaron el consentimiento informado para confirmar su intención voluntaria, y tuvieron la oportunidad de retirar el uso de sus datos en cualquier momento en caso de desearlo, sin que ello afectara su participación en el equipo. Se contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, y no se recibió financiación alguna por grupos de interés.

Planteamiento del problema

El porristo/cheerleading es un deporte que ha tenido un crecimiento importante en los últimos años (Brenner et al., 2012). Los participantes en este deporte requieren habilidades de baile y gimnasia, incluyendo acrobacias, donde se debe desarrollar precisión para lograr mejores resultados durante las rutinas (United States All Star Federation, 2021). Durante los entrenamientos y competencias se realizan movimientos que requieren elementos de precisión, movimiento de fuerza, flexibilidad, saltabilidad y elevaciones donde uno o más practicantes son levantados del suelo por sus compañeros, lo que implica contracciones excéntricas y concéntricas. Un inadecuado entrenamiento podría llevar a que los deportistas desarrollen alteraciones neuromusculares que desencadenen asimetrías (Ávila, 2015), lo que influiría en el riesgo de lesión (Giraldez & Saez, 2017). Se ha encontrado también que los movimientos como los lanzamientos y las pirámides son habilidades con alta probabilidad de causar lesiones (Xu et al., 2021).

Dentro de los factores de riesgo asociados a las lesiones deportivas en otras disciplinas deportivas se han identificado tanto intrínsecos, como extrínsecos. Los intrínsecos son los propios del deportista, y en algunos de ellos se podría intervenir; por ejemplo, lesiones anteriores, estado de salud, inestabilidad, falta de fuerza o potencia, entre otros. Es importante reconocer estos factores de riesgo, de tal forma que se puedan realizar intervenciones en pro de prevenir las lesiones y mantener el rendimiento (Sarfati, 2011) como el ajuste de cargas de entrenamiento y evolución en las habilidades propias del deporte para poder obtener mejores resultados.

Las lesiones típicas incluyen fracturas y luxaciones, conmociones, lesión de la médula espinal, así como esguinces y lesiones musculares (Xu et al., 2021). Se ha identificado que las lesiones en Estados Unidos han ido aumentando constantemente en las últimas décadas (Brenner et al., 2012). En otros países se ha evidenciado que la distribución de

las lesiones más frecuentes en porristas corresponde a tobillo (44.9%), muñeca/mano (19.3%), y rodilla (11.9%) (Jacobson et al., 2005). En Colombia hay poca evidencia al respecto; en un estudio descriptivo se estimaron las zonas del cuerpo más frecuentemente lesionadas las cuales fueron: rodilla (33.3%), pie y tobillo (25.93%) y mano (11.11%) (Ávila, 2015). También se encontró que, aunque en la zona general corresponde a los miembros inferiores, al explorar la zona específica comprometida hay diferencias en las frecuencias comparado con hallazgos fuera del país. Además, al investigar sobre las lesiones catastróficas, las cuales son las que afectan la cabeza o la columna, o causan trauma medular o muerte, se ha encontrado que desde 1980 hasta el 2009 se habían registrado cerca de 100 lesiones de este tipo, donde los porristas representaron más del 50% tanto a nivel de educación secundaria, como universitaria, y se describe que el porrismo es el deporte con mayor tasa de concusiones, seguido por el fútbol americano (Brenner et al., 2012) (Caine et al., 2006).

Por las razones anteriores, las porras se han reconocido como uno de los deportes más peligrosos (Foley & Bird, 2013). En 2007 la Comisión de Seguridad de Productos al Consumidor indicó que las visitas a urgencias por practicantes de este deporte entre 1980-2007 había aumentado en un 400%. En su mayoría los pacientes son dados de alta rápidamente, pero en el 2% de las ocasiones requirieron hospitalización. Se ha estimado que en los practicantes de porrismo la tasa de lesión deportiva es de 1 por cada 1000 exhibiciones atléticas (EA), la cual se definiría como el momento donde el atleta participa en una sesión de práctica o competencia (Ávila, 2015). Shields en su estudio, evidenció que los equipos universitarios tenían una tasa de lesiones mayor: 2.4 lesiones por cada 1000 EA, y las ligas recreativas y escuelas medias tuvieron las tasas de lesiones más bajas: 0.5 lesiones por cada 1000 EA (Shields & Smith, 2009).

Como se ha mencionado previamente, los estudios en porristas son limitados. En Colombia se encontró sólo un estudio en el que se realizaron mediciones mediante test de Bosco utilizando plataformas de contacto, en el que se encontró que aquellos que se encontraban en posiciones de *base* tienen mayor potencia comparado con las *flyer* (Valencia, 2019). Dentro de las evaluaciones realizadas en deportes similares como la gimnasia, con la utilización del CMJ (*countermovement jump*), se encontró que, a medida que aumentaba la especialización en el deporte, la fuerza pico es mayor, al igual que la altura del salto,

adicionalmente se encontró que la fuerza de reacción del suelo elevada, observada en gimnastas jóvenes, puede ser un factor de riesgo potencial de lesiones (Niespodziński et al., 2021).

Dentro de las capacidades físicas de estos atletas se considera importante la potencia de los miembros inferiores, al igual que la tasa de desarrollo de la fuerza, velocidad, y sus asimetrías, lo que puede ser evaluado mediante el test de saltabilidad, que es la herramienta de valoración utilizada en varios estudios para investigar asimetrías en fuerza, potencia, o aterrizaje en los miembros inferiores. Además, ayuda a determinar el estado físico del deportista y se usa en procesos de rehabilitación (Arboix-Alió et al., 2018)(Hewit et al., 2012). Se han realizado también pruebas isocinéticas en rodilla, hombro y cadera (Martínez Hernández et al., 2014) (Eshghi et al., 2022) (Magaña et al., 2017) que suelen estar relacionadas con un equipo que tiene alto costo económico, por lo que no es un estudio realizado frecuentemente (Nerín et al., 2007) (Santos-Silva et al., 2016) (Forthomme et al., 2018).

Teniendo en cuenta la importancia de las evaluaciones del grupo médico interdisciplinar, el crecimiento que ha tenido el porrismo en los últimos años, y la escasa evidencia de pruebas y mediciones realizadas en este deporte, es importante realizar evaluaciones y test de rendimiento a estas disciplinas en los que se presenta una alta tasa de lesiones, teniendo en cuenta la complejidad de la modalidad deportiva. Así mismo, es necesario tener valores de referencia relacionados con el género y las características del somatotipo del atleta que determinen sus capacidades físicas. Es importante explorar la prevalencia de lesiones en estos deportistas, posibles factores de riesgo relacionados, y así mismo plantear intervenciones futuras de forma dirigida.

Justificación

El porrismo/cheerleading, es un deporte que ha tenido constante crecimiento en los últimos años. Pese a que recientemente la Federación Internacional de Porrismo recibió reconocimiento por parte del Comité Olímpico Internacional, dándole reconocimiento a la disciplina como un deporte atlético y respetado, se encuentran pocos datos de investigación médica en esta disciplina (International Cheer Union, 2021b). En Colombia hay muy poca información respecto a la incidencia y prevalencia de lesiones deportivas en participantes de esta disciplina; hay pequeños estudios descriptivos basados en encuestas, los cuales evidencian una prevalencia del 70% de lesiones (Ávila, 2015). En la literatura, es escasa la información respecto al perfil neuromuscular o medidas para la prevención de lesiones en esta disciplina deportiva, lo que evidencia que, pese al avance en el reconocimiento del deporte, la valoración desde la investigación en medicina del deporte ha sido mínima, la cual es importante para poder establecer medidas para la prevención de lesiones, monitoreo y para mejorar el rendimiento cumpliendo con el espíritu olímpico.

Las lesiones deportivas son de gran importancia, debido a que pueden generar ausencia en actividades cotidianas y, adicionalmente, pueden afectar el rendimiento deportivo, alteraciones en la técnica y aumentar el riesgo de presentar nuevas lesiones (Joseph & Finch, 2016). Desde esta perspectiva, y teniendo en cuenta que este deporte se ha considerado como una disciplina peligrosa, relacionada con una tasa importante de ingreso a urgencias según estadísticas internacionales (Brenner et al., 2012) (Shields & Smith, 2009) (Shields et al., 2009), es importante poder intervenir en este aspecto. En otras disciplinas se han realizado pruebas para medir el rendimiento neuromuscular, como los son el salto CMJ (por su nombre en inglés *countermovement jump*) y DJ (*drop jump*), test de coordinación, test de control motor, análisis tridimensional, entre otras posibilidades (Hewett et al., 2013) (Hewett et al., 2017) (Niespodziński et al., 2021) (Caldemeyer et al.,

2020) y se ha encontrado que estas pruebas ofrecen información que permite intervenir en la prevención de lesiones en deportes que de alguna forma requieren habilidades similares al porrismo, tales como la gimnasia artística y el baile (Long et al., 2021) (Bradshaw & Hume, 2012) (Frutuoso et al., 2016).

La realización del presente trabajo permite contar con datos actuales en esta población de porristas y así poder delimitar las características de los participantes en esta disciplina. El adecuado conocimiento de esta modalidad deportiva es indispensable para preservar y mantener el nivel competitivo y trabajar en aspectos que involucren, no solo la preservación de la salud de sus practicantes, sino aquellos que puedan estar relacionados con el incremento del rendimiento deportivo.

Objetivos

- Objetivo general:
 - Evaluar el perfil neuromuscular del tren inferior de porristas bogotanos mediante pruebas de saltabilidad relacionado con la presencia de asimetrías en los miembros inferiores.
- Objetivos específicos:
 - Describir antecedentes relevantes de lesiones en la población estudiada.
 - Valorar los tests de salto vertical contra movimiento (CMJ) y drop jump (DJ) mediante el uso de plataformas de fuerza uniaxiales en porristas bogotanos del club SPIRIT.
 - Determinar las variables de rendimiento que componen el perfil neuromuscular.
 - Analizar las variables que componen el perfil neuromuscular con la presencia de asimetrías en el tren inferior.

1. Marco teórico

1.1 Antecedentes del Cheerleading

El Cheerleading, deporte que en Colombia es conocido como porrismo, inició en los años 1880 en Estados Unidos con el propósito de animación a equipos de fútbol americano, con un aumento de su auge desde 1948 cuando se perfeccionaron los grupos de trabajo, se crearon figuras en parejas, y se formó la Asociación Nacional de Cheerleaders en Estados Unidos (Solarte Montesdeoca, 2015). En este deporte se combinan habilidades en baile, gimnasia y acrobacia durante una presentación que debe tener máximo 2:30 minutos de duración, donde inicia el cronometraje con el primer movimiento, voz o nota musical, y finaliza con el último movimiento, la última voz o la última nota musical, lo que suceda en último lugar (United States All Star Federation, 2021). La superficie de presentación es una colchoneta de porristas, de espuma tradicional denominada peana o pedana, la cual puede o no ser resortada, según las categorías que se encuentren en competencia, pero debe tener un tamaño aproximado de 42 pies x 54 pies (12,8 metros x 16,5 metros) (Ver Figura 1) (International Cheer Union, 2021a). Se requiere desarrollo de precisión para obtener mejores resultados durante las rutinas, por lo que en muchas ocasiones se pueden requerir entrenamientos con altas cargas y volúmenes (Arredondo & Alvarado, 2015).

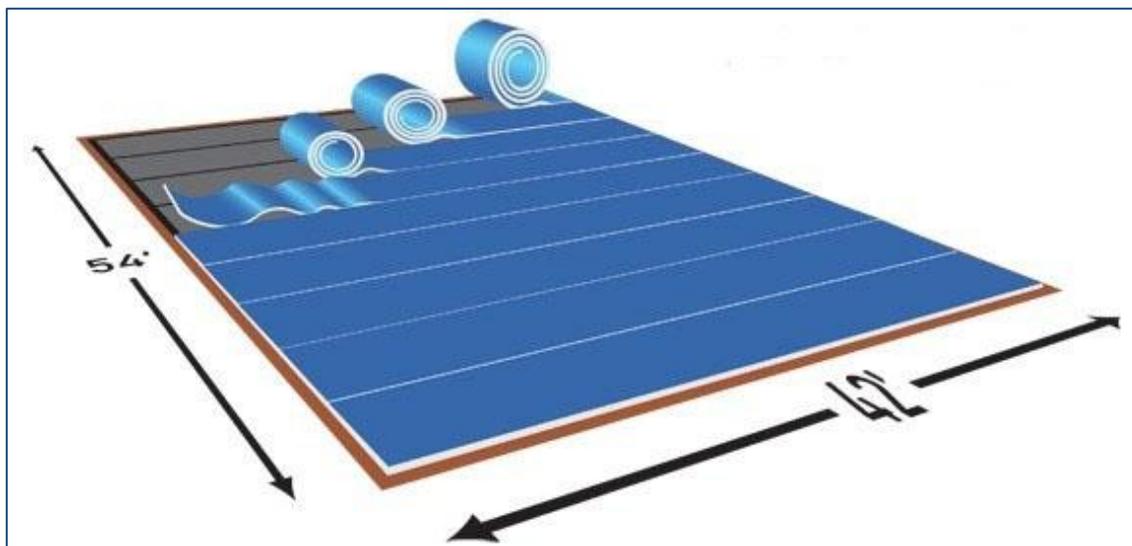


Figura 1: Superficie de presentación.

Este deporte se encuentra en crecimiento a nivel mundial. Durante el último siglo esta disciplina ha evolucionado, sus rutinas incluyen elevaciones, movimientos de fuerza, precisión, saltabilidad y ejercicios de gimnasia (Ávila, 2015). Se realizan movimientos de acrobacias cuando uno o más practicantes son levantados del suelo por sus compañeros. Se realizan figuras llamadas pirámides, que requieren que aquellos que están siendo levantados estén en contacto entre sí (Machuca, 2014).

Se ha estimado un aumento importante de participantes en esta disciplina; entre los años 1990-2003 aproximadamente el número de porristas aumentó de 3 a 3.6 millones. En la actualidad, cerca del 80% de las escuelas públicas en Estados Unidos tiene equipos de porristas, y la mayoría de los participantes se encuentran entre los 12-17 años (Brenner et al., 2012).

En Colombia se ha venido practicando esta disciplina desde la década de los 80's y, al igual que en otros países, el número de participantes ha venido en constante aumento. Adicionalmente se ha ganado experiencia a nivel de competencias internacionales, y los resultados en las participaciones internacionales han tenido una mejora significativa. Para el año 2006, que fue la primera vez que Colombia tuvo representación en el mundial de porrista realizado en Estados Unidos, participando en las categorías para clubes internacionales se obtuvo el 3 lugar en la categoría *International Open All Girl Level 5* (GK

Cheer, 2016). Esta actividad se ha establecido como deporte profesional, aun así, su reconocimiento en el país es bajo (Ávila, 2015).

Hacia el año 2014 en Colombia se legalizaron los clubes y ligas, y se formalizó la federación Colombiana de Porrismo. Según esta Federación, en el momento existen ocho ligas, cerca de 38 clubes y hay otros en proceso de legalización. En el año 2016 se iniciaron pruebas a nivel nacional para elegir los deportistas que formarían la Selección Colombia en este deporte, lo que además daba lugar a un apoyo por parte de la federación para los gastos que incluían ser parte de este grupo (Benavides, 2019).

En su representación en los mundiales por naciones Colombia tuvo lugar desde el año 2010, pero inicialmente se elegía uno de los equipos que tenía planeado ir a la competencia de clubes, para que también representara el país. Para el año 2017 ya se había iniciado el proceso de selección para que fuesen aquellos con mejor rendimiento quienes hicieran parte de la competencia. En el año 2018 obtuvo el segundo lugar en el mundial de naciones, y en el año 2019 se ubicó campeón el equipo de Colombia (International Cheer Union, 2019).

El Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) realizó estadísticas para determinar la población participante en esta modalidad deportiva, las cuales se basan en la información obtenida durante la inscripción al campeonato que tiene mayor representación a nivel distrital, el Festival de Verano, encontrando que en Bogotá cerca de 10000 personas practican porrismo, con edades comprendidas entre los 4 y los 35 años, lo cual es una cantidad de participantes importante (Benavides, 2019) (Ávila, 2015).

Desde el 20 julio 2021 la Federación Internacional de Porrismo (ICU: *International Cheer Union*) ha recibido el reconocimiento por parte del Comité Olímpico Internacional, lo que permite establecer al Cheerleading/Porrismo como un deporte respetado y altamente atlético, ayuda a un crecimiento y profesionalización de esta disciplina, y es aceptado por la comunidad deportiva mundial, teniendo en cuenta que se deben cumplir los reglamentos y estándares de la Agencia Mundial Antidopaje y cumplir los objetivos del movimiento olímpico (International Cheer Union, 2021b).

Esta disciplina se encuentra reglamentada a nivel mundial por parte de la USASF (*United States All Star Federation*) y la IASF (*International All Stars Federation*) que actualizaron su reglamento en el año 2021. Estas organizaciones indican reglas de seguridad y requerimientos de la rutina para cada nivel, con unas recomendaciones generales para todos los niveles, las cuales indican que los deportistas deben ser supervisados por un entrenador calificado durante las presentaciones y los entrenadores deben exigir la capacidad antes de progresión de habilidades de cada nivel. Los deportistas y entrenadores no pueden estar bajo la influencia de alcohol, narcóticos, mejoradores de rendimiento o medicamentos de venta libre que puedan impedir la habilidad para supervisar o ejecutar la rutina con seguridad mientras participan de un entrenamiento o presentación. Las habilidades no se deben ejecutar sobre concreto, o superficies inseguras. Se prohíbe el uso de joyería, y se indica que la ropa debe ser apropiada para la práctica. Las rutinas no deben exceder los 2:30 minutos, tanto en categoría femenina como en la mixta (United States All Star Federation, 2021).

Una rutina de porras incluye varias posibilidades de ubicaciones para los participantes; en muchos casos los deportistas realizan varias posiciones durante un esquema de competición. Una rutina debe incluir gimnasia con carrera, gimnasia estática, elevaciones, lanzamientos, saltos y baile. Dependiendo del nivel las habilidades que incluyen en cada una de estas áreas son de diferente dificultad (United States All Star Federation, 2021). Se considera que estos deportistas requieren varias habilidades atléticas, lo que puede estar asociado al riesgo de lesiones.

Dentro de las posibles posiciones durante una rutina se diferencia en los stunts (acrobacias), ya que las demás habilidades, como saltos, elementos gimnásticos y baile, deben ser realizados por la mayoría de los participantes (Valencia, 2019). La *flyer* (A) es la deportista que es levantada del piso por otras personas. La base (B) es la persona que soporta el peso de la persona que es elevada en la acrobacia (*flyer*). El *spotter* (C) es la persona que asiste a la base y se encarga de la protección de la *flyer*, para evitar lesiones. (Ver Figura 2) Dependiendo del nivel los grupos de *stunt* pueden ser conformados por 3 o 4 personas (Universal Cheerleader Association, 2005) (Waters, 2013).

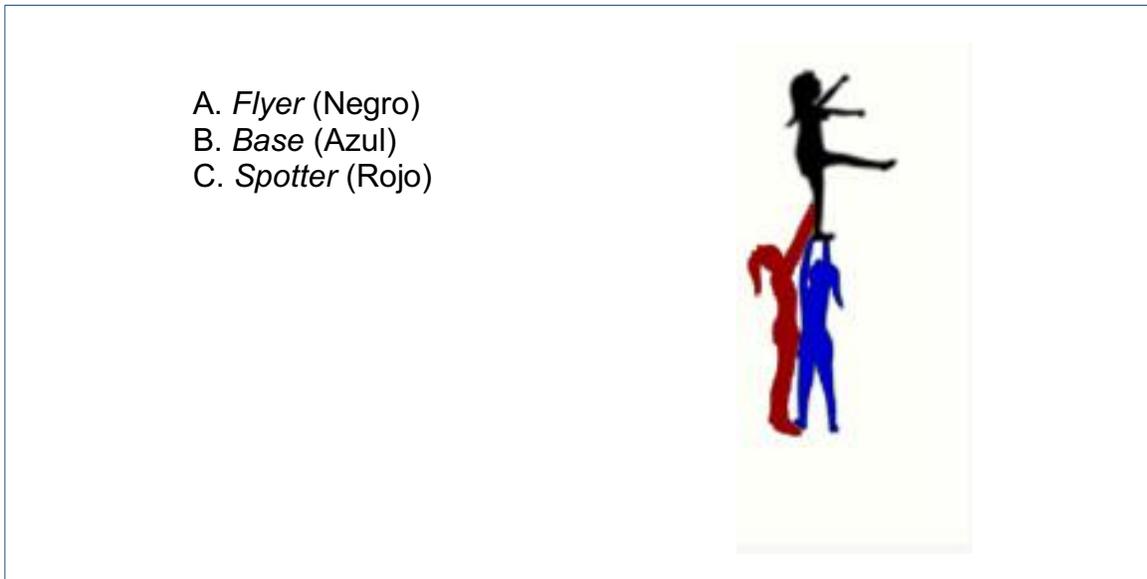


Figura 2: Posiciones en el porrismo

Las acrobacias pueden ser de varios tipos, teniendo en cuenta que el reglamento incluye determinados momentos para cada una de ellas. Se considera *stunt* (A) o acrobacia a las habilidades en las que una persona es elevada por encima de la superficie de presentación, puede ser por una o más personas. Una pirámide (C) es una agrupación de acrobacias conectadas entre sí. Los lanzamientos (B) suceden cuando hasta 4 bases, donde dos entrelazan las muñecas, ejecutan un lanzamiento para aumentar la altura de la persona que sube, y esta realiza algún elemento en el aire (Ver Figura 3) (Waters, 2013).

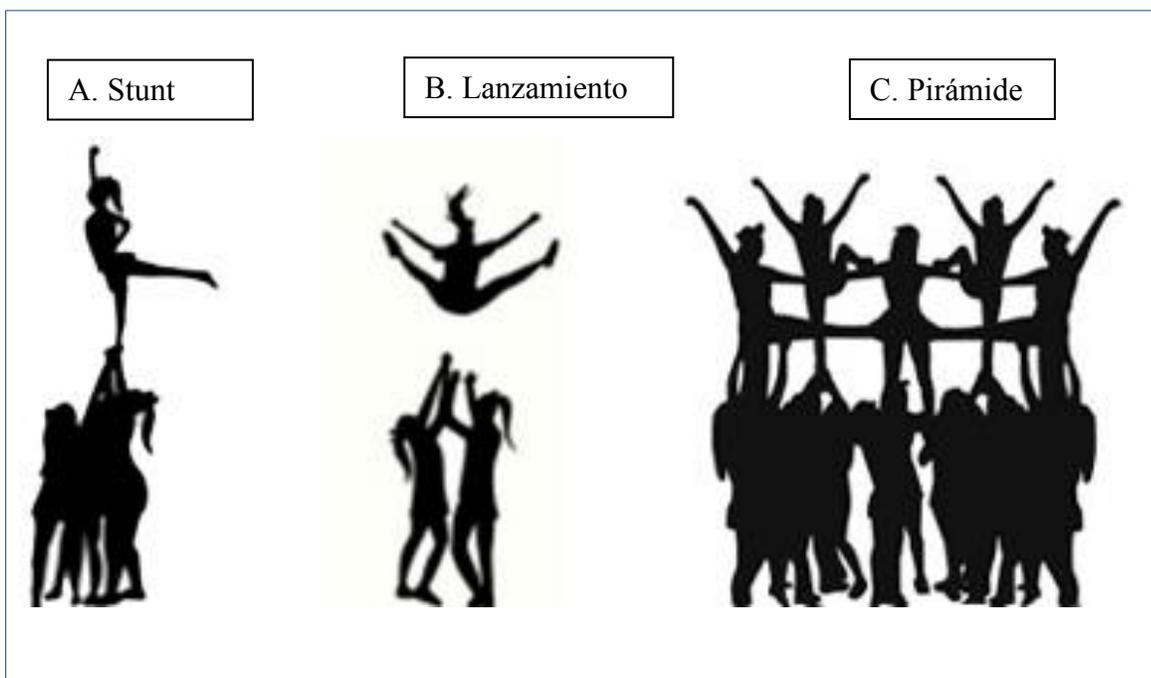


Figura 3: Tipos de acrobacias

Se han establecido 7 niveles, según el reglamento de USASF, determinados por las habilidades desarrolladas: el nivel elegido para la presente investigación son participantes de los niveles 5 y 6. Para la gimnasia estática en el nivel 5 se puede realizar una rotación sin giros, en el caso del nivel 6 se puede realizar una rotación y hasta 2 giros, pero si es mayor a un giro debe haber sido precedida de al menos 2 habilidades gimnásticas sin giros. En la gimnasia con carrera en el nivel 5 puede realizarse hasta 1 rotación con un giro, en el caso del nivel 6 hasta una rotación con 2 giros. Dentro de las elevaciones para el nivel 5 y 6 puede ser de 1 pierna encima del nivel del medio, incluyendo hasta 2 giros y $\frac{1}{4}$, y los lanzamientos no pueden exceder 3 trucos (United States All Star Federation, 2021).

Se podría considerar el porrismo como un deporte complejo desde el punto de vista biomecánico, si se tienen en cuenta la lista de actividades y movimientos diferentes que realizan. Aún más, si establecemos las distintas posiciones que pueden desempeñar cada uno de los deportistas durante una rutina, se pueden generar diferentes alteraciones: los aterrizajes en la gimnasia y elementos gimnásticos, las recepciones de las elevaciones tienen riesgo de esguinces en miembros superiores e inferiores, lesiones musculares, traumatismos craneales, incluso fracturas (Machuca, 2014) (Shields & Smith, 2009).

1.2 Lesiones deportivas en porrismo

Las lesiones deportivas pueden ser definidas como: *“Pérdida o anomalía de la estructura o funcionamiento corporal como resultado de una exposición aislada a la energía física durante el entrenamiento o la competencia deportiva que después del examen es diagnosticada por un profesional clínico como una lesión médicamente reconocida”* (Timpka et al., 2014). El Comité Olímpico Internacional (COI) define las lesiones como quejas musculo-esqueléticas o conmociones cerebrales ocurridas durante la competencia o el entrenamiento y que requieren atención médica (Engebretsen et al., 2013).

La actividad física y el ejercicio tiene múltiples beneficios conocidos para la salud en general, y por ello mismo deben ser promovidos en todas las poblaciones. Sin embargo, se ha identificado que la participación deportiva puede estar relacionada con riesgo de

lesión, y estas lesiones pueden tener consecuencias a mediano y largo plazo, por lo que en la práctica diaria del médico del deporte debería haber énfasis en su prevención (Joseph & Finch, 2016).

Las lesiones asociadas a la práctica deportiva son un tema que genera costos en atención de salud tanto en deporte de rendimiento, como aficionado y en la actividad física para la salud. Se han diferenciado factores de riesgo para presentarlas, que se dividen en intrínsecos y extrínsecos; los intrínsecos se refieren a características propias del deportista como, por ejemplo, el sexo, la edad, composición corporal y la fase del ciclo menstrual. En cuanto a los factores de riesgo extrínsecos se hace referencia a elementos externos al deportista, tales como condiciones ambientales, superficie de entrenamiento, zapatos, o equipo deportivo (Murphy et al., 2003).

Las lesiones deportivas pueden dividirse en 4 categorías: ambiental, anatómica, hormonal y neuromuscular, siendo la última categoría influenciada por el entrenamiento. Se han destacado asimetrías y desequilibrios neuromusculares como factores de riesgo y se ha evidenciado que en las mujeres suelen ser mayores estos desequilibrios, además, se ha encontrado que quienes han presentado lesión, y se les evidencia alteraciones del control neuromuscular del aterrizaje, pueden tener mayor riesgo de re-lesión (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016) (Paterno et al., 2010). Se ha encontrado que la diferencia en el rendimiento de pruebas isocinéticas o de salto vertical entre los miembros inferiores, puede relacionarse con mayor riesgo de lesión (Hewitt et al., 2012)(McElveen et al., 2010).

Respecto a las lesiones deportivas en porristas los estudios son limitados. Dentro de los pocos artículos al respecto se ha identificado que las lesiones en Estados Unidos han ido aumentando constantemente en las últimas décadas (Brenner et al., 2012). En 2007 la Comisión de seguridad de productos al consumidor indicó que las visitas a urgencias por practicantes de este deporte entre 1980-2007 había aumentado en un 400%; en su mayoría los pacientes son dados de alta, pero en el 2% de las ocasiones requirieron hospitalización.

Se ha estimado que en los porristas la tasa de lesión es de 1 por cada 1000 exhibiciones atléticas (EA) (Ávila, 2015). Shields en su estudio, evidenció que los equipos universitarios

tenían una tasa de lesiones mayor: 2.4 lesiones por cada 1000 EA, y las ligas recreativas y escuelas medias tuvieron las tasas de lesiones más bajas: 0.5 lesiones por cada 1000 EA (Shields & Smith, 2009). Estas lesiones se podrían considerar un problema de salud pública, teniendo en cuenta que la evidencia muestra que pueden afectar al individuo inclusive para realizar actividades de la vida diaria, por lo que puede asociarse con incapacidades y desacondicionamiento posterior (Finch & Cassell, 2006), además, las lesiones son una limitante para la participación en actividad física, lo que resulta en disminución de esta.

Las lesiones catastróficas también se han identificado en esta población. Son aquellas que comprometen la cabeza, fracturas de cráneo, lesión de columna, trauma medular o muerte, las cuales, además pueden dividirse en directas o indirectas, según el mecanismo del mismo trauma. Lo informado por el Centro Nacional para la Investigación de Lesiones Deportivas Catastróficas de la Universidad de Carolina del Norte es que, desde 1980 hasta el 2009, se habían registrado cerca de 100 lesiones de este tipo; los porristas representaron 65% de lesiones en atletas de secundaria y 70% a nivel universitario (Brenner et al., 2012). Adicionalmente, estudios evidencian que este deporte es el que presenta mayor número de días perdidos por lesión, lo que indica que algunas de las lesiones son severas (Boden et al., 2003). El porrismo se ha considerado un deporte de contacto peligroso, debido a un gran aumento de las lesiones desde su inicio. En 1980, según la Comisión de Seguridad de Productos del Consumidor, las visitas de porristas a la sala de emergencias eran 4954, para el año 2004 había aumentado su número a 28414 (Machuca, 2014) (Bagnulo, 2012).

Entre los factores de riesgo para las lesiones en porristas se encuentran el índice de masa corporal (IMC), haber presentado una lesión previa, entrenar en superficies duras, realización de acrobacias de mayor dificultad, y la asesoría de los atletas por parte de entrenadores con bajo nivel de formación y experiencia. Las lesiones se han asociado a falta de flexibilidad, fuerza o coordinación, sobrecarga de las articulaciones, técnicas inadecuadas, ejercicios de alta intensidad y asimetrías musculares (Jones & Khazzam, 2017).

Hay poca información sobre estudios de la epidemiología de las lesiones en porristas. Adicionalmente, en la poca información encontrada no se divide la población según

categoría del equipo en el cual practican; si es infantil, escuela secundaria, universidad, o club. Tampoco es clara la información sobre tipo de evento relacionado con la lesión, ya sea entrenamientos, eventos deportivos, o competencias. Aun así, los estudios evidencian que las cheerleaders de categoría colegial y universitaria han tenido lesiones como resultado de caídas durante elevaciones, por ejecución incorrecta de alguna maniobra, o no haber finalizado una maniobra, y también al intentar atrapar alguna compañera durante las acrobacias (Shields et al., 2009) (Shields & Smith, 2009).

Entre las lesiones que se ha encontrado con mayor frecuencia están esguinces de tobillo, abrasiones, hematomas, conmociones, fracturas y luxaciones. Las regiones anatómicas con mayor incidencia son el tronco, los miembros inferiores, miembros superiores, cabeza, cara y cuello (Machuca, 2014). Es de importancia que en algunos estudios la re-lesión puede estar presente hasta en el 68% de las lesiones, y las más comunes son lesiones de tobillo, lesiones en región lumbar y muñeca, por lo que es necesario identificar los factores de riesgo y el perfil neuromuscular, para poder realizar intervenciones preventivas (Shields et al., 2009) (Bagnulo, 2012).

En cuanto a Colombia, la información también es limitada sobre las lesiones en estos deportistas; sin embargo, existe un estudio descriptivo, en categoría universitaria, en el cual se realizó una encuesta a 41 deportistas, y se encontró que cerca del 70% de los entrevistados habían presentado alguna lesión, y más de la mitad habían tenido más de una lesión. Además, se encontró que los esguinces eran unas de las lesiones más frecuentes, comprometiendo las rodillas en el 33% de los participantes (Ávila, 2015).

En general se identificaron lesiones por traumas indirectos durante la realización de saltos, o elementos de gimnasia, aunque también se evidenció presencia de patologías por sobreuso como, por ejemplo, la tendinitis de la rótula. Unas de las causas más frecuentes de lesión en los deportistas fueron la sobrecarga por los entrenamientos, o condiciones inadecuadas de áreas de entrenamiento. Uno de los factores que se identificó es que muchos de los entrenadores encargados no tenían estudios enfocados en las ciencias del deporte, lo que no es claro es si esto se encuentra relacionado con la incidencia y prevalencia de lesiones.

En el país se ha visto que cerca de un tercio de los participantes en porrismo no cumplen la incapacidad médica, además 32% no realizan rehabilitación deportiva y de aquellos que, si la realizan, cerca de un tercio, no la finaliza adecuadamente, lo que nos indica que es una población con alto riesgo de re-lesión (Ávila, 2015).

1.3 El perfil neuromuscular y el salto vertical

Se ha observado que la relación entre la fuerza, velocidad y potencia permite determinar las adaptaciones causadas por el entrenamiento y las lesiones. La relación entre la fuerza y la velocidad permite caracterizar la capacidad de producción de potencia, ya que la velocidad con la que se contrae el músculo va a depender de la carga que tiene que mover (que corresponde a la fuerza que debe generar un músculo); teniendo en cuenta esto, a mayor velocidad menor capacidad de trabajo, y viceversa (Acevedo et al., 2008).

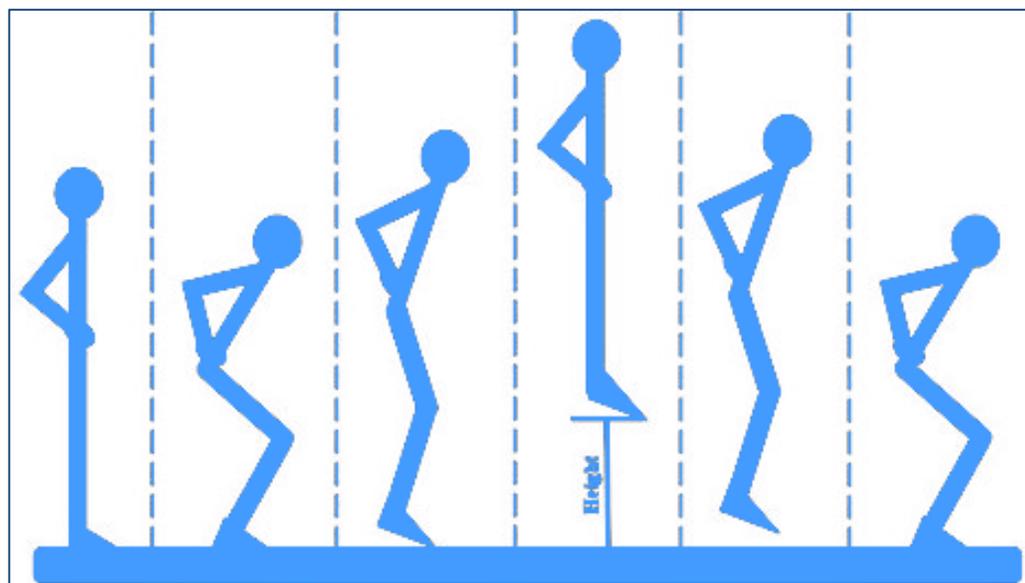
Considerando que las pruebas de saltos incluyen coordinación entre los segmentos del cuerpo, y además son seguras y reproducibles, se ha visto que el salto contra movimiento (CMJ, por sus siglas en inglés: *Countermovement Jump*) permite evaluar el perfil neuromuscular, debido a que incluye acciones excéntricas y concéntricas, permite determinar la efectividad del ciclo estiramiento y acortamiento y también da información sobre asimetrías y compensaciones (Argothy Buchelli & Díaz Pinilla, 2020), así como relacionar el componente contráctil y los componentes elásticos, que son capaces de almacenar y reusar la energía. Las pruebas de salto vertical permiten evaluar la relación entre la fuerza, velocidad y potencia del sujeto (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016) (Giraldez & Saez, 2017).

Dentro de las formas que permiten evaluar las asimetrías entre los miembros inferiores se han descrito pruebas isocinéticas, que suelen estar relacionadas con un equipo que tiene alto costo económico, por lo no es un estudio frecuente. Otra forma de estudio del perfil neuromuscular son las pruebas que evalúan la capacidad de salto, los cuales han sido herramienta de evaluación de varios estudios para valorar asimetrías en los miembros inferiores, además ayudan a determinar estado físico del deportista, y son usados en procesos de rehabilitación (Arboix-Alió et al., 2018) (Hewit et al., 2012).

Se han informado investigaciones de mediciones de asimetrías y perfil neuromuscular en deportes tales como tenis (Sannicandro et al., 2014), gimnasia rítmica (Frutoso et al., 2016), también deportes de conjunto tales como baloncesto (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2015), voleibol (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016) y rugby (Marshall et al., 2015). Sin embargo, hay poca información sobre el perfil neuromuscular en porristas. Como se ha descrito previamente, este deporte requiere de múltiples acciones tales como elevaciones, movimientos de fuerza, elementos de precisión, flexibilidad, saltabilidad y gimnasia, que requieren entrenamientos que implican contracciones excéntricas y concéntricas, lo que lleva a que el deportista desarrolle adaptaciones neuromusculares asimétricas, que puede asociarse con riesgo de lesión, por lo que se hace importante una evaluación biomecánica en este deporte (Giraldez & Saez, 2017)(Niespodziński et al., 2021).

Las evaluaciones de salto vertical, con sus diferentes modalidades, permiten a las ciencias de la salud relacionadas con el deporte realizar seguimiento o evaluar el rendimiento físico, ya que además se encuentra relacionado con la fatiga neuromuscular, y permite así monitorizar el sobre entrenamiento (Gathercole et al., 2015), incluso en algunos deportes se explora su uso en la identificación de talentos (Yingling et al., 2018). Se ha demostrado que hay características individuales y deportivas, como el sexo, el nivel de habilidad, la posición deportiva y el riesgo de lesiones, que están asociadas con el rendimiento del salto vertical (Marques & Izquierdo, 2014) (Janot et al., 2015).

El CMJ es una prueba de las pruebas de salto vertical; esta mide la fase concéntrica del movimiento y las propiedades elásticas de la estructura músculo tendinosa, que es lo que permite la reutilización de la energía elástica para el estiramiento de estos elementos. En este salto hay una fase excéntrica seguida de una fase concéntrica, las cuales están separadas por una fase de amortiguación preferiblemente corta (Acevedo et al., 2008) (Merrigan et al., 2020). La prueba permite evaluar la fuerza explosiva, la capacidad de reclutamiento nervioso, la capacidad de reutilización de la energía elástica y la coordinación inter e intramuscular. Se realiza colocando las manos en la cadera durante toda la realización del salto, flexionando rodillas y cadera hasta completar 90° de flexión de rodilla, seguido de un salto (Ver figura 4) (Manzano, 2017).



EI

Figura 4: Salto Contramovimiento (CMJ)

Drop Jump (DJ) mide la fase concéntrica del movimiento, también las propiedades elásticas de la estructura mio-tendinosa y el reflejo miotático (que refleja la capacidad de reactividad del sistema nervioso central de la producción de energía) (Acevedo et al., 2008). Se realiza colocándose en la parte superior de un banco de altura variable, desde 20 a 100 cm, se deja caer, realizando un salto inmediatamente se toque el suelo, buscando la altura máxima posible y el mínimo tiempo de contacto (Ver Figura 5) (Manzano, 2017).

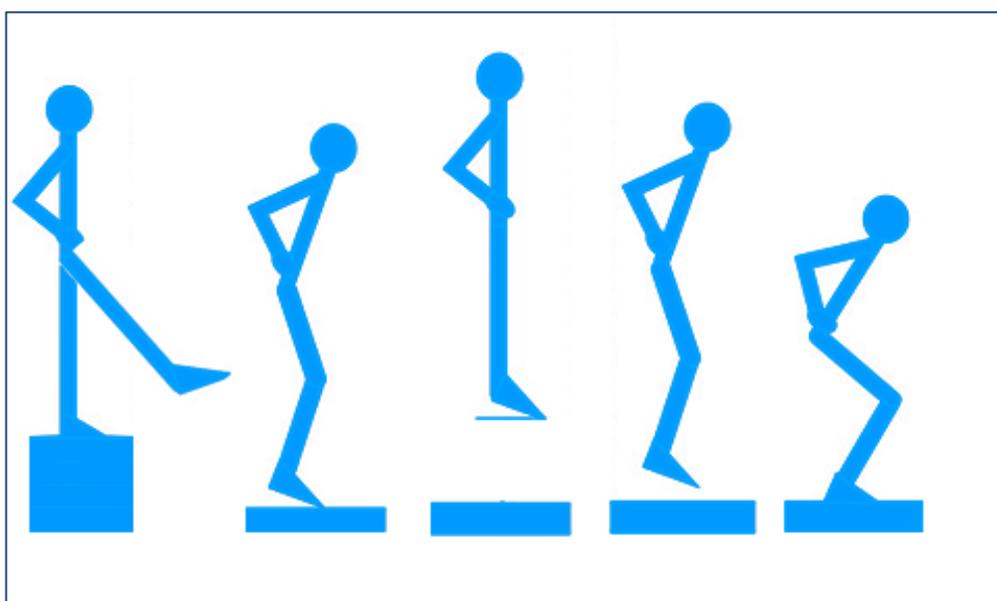


Figura 5: Salto Drop Jump (DJ)

Como se ha dicho previamente, los porristas deben desarrollar diferentes habilidades. La saltabilidad hace parte de esos movimientos que resaltan dentro de sus rutinas, y es un movimiento complejo que requiere coordinación motora entre el tren superior y el inferior. Es por ello por lo que el salto vertical permite evaluar las características explosivas de los atletas, teniendo en cuenta que puede discriminar la contribución de la pierna y el efecto de pre-estiramiento (G. Markovic et al., 2004). El CMJ ha sido una prueba utilizada para monitorear el estado neuromuscular en deportes debido a que permite evaluar la fatiga y la supercompensación (Claudino et al., 2017); adicionalmente se ha visto que, a mayor producción de potencia a nivel del tren inferior, mayor desempeño en entornos tácticos en personas que requieren cambios de dirección rápidos y saltos, entre otras habilidades, como puede asociarse con las habilidades de los porristas. El DJ permite obtener información sobre la capacidad del individuo de absorber fuerza durante los aterrizajes (Merrigan et al., 2020), también se ha encontrado evidencia de que las asimetrías en el DJ pueden ser perjudiciales para la velocidad y el rendimiento en aquellos que requieren cambios de dirección rápidos (Bishop et al., 2019).

Para realizar estas mediciones se requiere el uso de plataformas de fuerza. Estos son dispositivos que registran las fuerzas de reacción que se producen por el efecto de la gravedad sobre el centro de gravedad del cuerpo, y los vectores generados tridimensionalmente. Se realiza a través de unas celdas de cargas triaxiales, que se encuentran para registrar el movimiento vertical de la fuerza en relación con el tiempo, obteniendo una frecuencia de 1000 ciclos por segundo (Serrato Roa & Galeano, 2015).

1.3.1 Variables de rendimiento del salto vertical

La medición de las variables del rendimiento en el salto vertical permite estimar las respuestas a las cargas de entrenamiento, como se ha dicho previamente. La potencia mide tasa de producción de trabajo en función del tiempo, y constituye una cualidad determinante para monitorizar el rendimiento en un deporte que contenga características explosivas (Serrato Roa, 2008) (Serrato Roa & Galeano, 2015). La fuerza es la capacidad física para realizar un trabajo o un movimiento, en el caso del músculo se refiere a la fuerza

como la capacidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas del cuerpo; posición, movimiento, tipo de activación y velocidad del movimiento (Cabrera Garavito, 2021).

Entre las variables más estudiadas en este tipo de análisis son la altura del salto, la tasa de desarrollo de fuerza las cuales dan información sobre la fatiga neuromuscular, se puede conocer la producción de fuerza por unidad de tiempo y, por lo tanto, la potencia que se le imprime al gesto (Serrato Roa & Galeano, 2015).

La fuerza media nos ayuda a evaluar esa capacidad del musculo de generar tensión, y se puede determinar tanto en la fase concéntrica (cuando el musculo se acorta), con excéntrica (cuando el músculo aumenta su longitud). Relacionado con ello se encuentra la potencia media que nos ayuda a identificar que tan efectivo es el músculo produciendo trabajo, e igualmente se determina en la fase concéntrica y excéntrica (Heishman et al., 2019).

La profundidad del contramovimiento nos da información sobre la contribución del componente elástico para el desarrollo del salto. La tasa de desarrollo de la fuerza de frenado excéntrica es tasa de desarrollo desde la fuerza mínima al inicio de la fase de frenado activo hasta la velocidad cero al final de la fase excéntrica, permite a estimar sobre la capacidad de reclutamiento de las unidades motoras, y la coordinación intra e intermuscular (Cabrera Garavito, 2021).

Las asimetrías en la fuerza y la potencia, nos da información sobre las diferencias en estas capacidades en los dos miembros inferiores, las cuales pueden ser a causa de compensaciones, y generar mayor fatiga o sobrecarga muscular, y adicionalmente se relaciona con el riesgo de lesión, como se ha descrito antes (Serrato Roa & Galeano, 2015).

El salto DJ nos da adicionalmente otras variables como es el índice de fuerza reactiva (RSI) el cual nos permite evaluar la respuesta del atleta al estrés del musculo y la capacidad dinámica y explosiva del salto vertical (Flanagan et al., 2008). El tiempo de contacto con la plataforma nos da información sobre la participación del reflejo miotático, que determina la capacidad del músculo para almacenar energía elástica durante el

estiramiento y utilizarla parcialmente en una contracción realizada inmediatamente después (Rodríguez-Zárate et al., 2018).

El Active Stiffness nos da una aproximación a la medida en que la pierna se contrae en respuesta a las fuerzas de reacción del suelo, la resistencia que tiene ante la deformación y se ha relacionado con la capacidad de responder al estímulo del reflejo miotático, la fuerza de impacto y reducción del tiempo de contacto con el suelo (Taube et al., 2012) (Maloney et al., 2017a). La aceleración pico de despegue se relaciona con la velocidad, y de esta depende el desempeño del salto vertical, ya que tiene relación estrecha con la potencia generada y la capacidad contráctil y de reclutamiento de unidades motoras (Mackala et al., 2020) .

2. Metodología

2.1 Hipótesis

H0. Las alteraciones en el perfil neuromuscular se asocian con la presencia de lesiones deportivas en los participantes de porrismo en Bogotá.

H1. No hay asociación entre las alteraciones del perfil neuromuscular y las lesiones deportivas en porristas de la ciudad de Bogotá.

2.2 Diseño

Se realizó un estudio transversal de tipo descriptivo y analítico (Singh Setia, 2016) con el objetivo de evaluar el perfil neuromuscular del tren inferior por medio de pruebas de saltabilidad y relacionarlo con la presencia de asimetrías en los miembros inferiores, en porristas pertenecientes a un club asociado con la liga de porrismo de Bogotá. Adicionalmente describir antecedentes relevantes de lesiones en la muestra y determinar las variables de rendimiento que componen el perfil neuromuscular, analizando la presencia de asimetrías en el tren inferior.

Inicialmente se diseñó una encuesta para conocer antecedentes de lesiones deportivas, edad deportiva, volumen de entrenamiento, entre otras variables de antecedentes relacionados con el deporte (Ver Tabla 1). Adicionalmente se realizó una valoración médica para determinar que no presentaran alguno de los criterios de exclusión. Posteriormente se realizó la medición de los saltos verticales CMJ y DJ, para identificar variables de rendimiento y asimetrías (Ver Tabla 2) (Cohen et al., 2020) (Maloney et al., 2017a) (Maloney et al., 2017b) (Torres-Banduc et al., 2021) (Wang et al., 2021).

Tabla 1: Variables de trabajo de la encuesta

Variables:
Edad (años)
Sexo (hombre, mujer)
Edad deportiva (años)
Volumen de entrenamiento (minutos/semana)
Nivel de competencia (5,6)
Antecedente de lesiones
Momento de lesión (entrenamiento o competencia)

Tabla 2: Variables de trabajo Test de Salto Vertical

Tipo de test	Test CMJ	Test DJ
Variables rendimiento	Altura del salto (cm) Fuerza concéntrica media (N) Fuerza excéntrica media (N) Potencia concéntrica media (W) Potencia excéntrica media (W) Profundidad del salto (cm) RFD frenado excéntrico (N/s)	Índice de fuerza reactiva (RSI) Altura del salto (cm) Tiempo de contacto con el suelo (s) Aceleración pico en el despegue (m/s ²) Fuerza pico de impacto (N)
Variables de asimetría	Desaceleración excéntrica RFD Fuerza concéntrica Fuerza excéntrica Fuerza pico de aterrizaje	Fuerza pico de aterrizaje (Drop) Tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje (segundo aterrizaje) Tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje (primer aterrizaje)

2.3 Población y muestra

Esta investigación se realizó en Bogotá, se invitó a atletas que practican porrismo y que pertenecieran a los niveles 5 y 6 del Club Spirit All Stars, que se encuentra reconocido por la Liga de Porrismo de Bogotá. Para incluirse en el estudio debían aceptar su participación con la firma del consentimiento informado.

Se implementó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con toma de los datos de una muestra intencional, teniendo en cuenta la disponibilidad y la participación voluntaria (Lopez, 2004). El tamaño de la muestra corresponde a 26 deportistas integrantes del club de porrismo de la ciudad de Bogotá que pertenece a la Liga de Porrismo de Bogotá.

2.4 Recolección de datos

Se realizó en el sitio de entrenamiento de los deportistas, el Gimnasio Spirit All Stars, donde previamente habían sido convocados y se les había enviado por medio de un formato de Google la encuesta que permitió recolectar la información acerca de los antecedentes de las lesiones osteomusculares relacionadas con el deporte. Allí mismo, a aquellos que se decidieron voluntariamente participar, se les realizaron las valoraciones médicas para determinar potenciales criterios de exclusión (mencionados más adelante). Posteriormente se llevaron a cabo las pruebas de salto vertical: el salto *Contramovimiento* (CMJ), y el *Drop Jump* (DJ).

2.5 Instrumentos para obtención de los datos

- Báscula OMRON HBF-516B.
- Plataformas de fuerza uniaxiales PASCO referencia PS-2141
- Software ForceDecks Versión 1.0.101.
- Cajón de 40 cm de altura.
- Encuesta realizada en formatos de Google en la que se exploraron antecedentes de lesiones osteomusculares deportivas, lateralidad de la lesión, momento de la lesión, acceso a servicios de salud, diagnóstico en caso de conocerlo, y otras variables relevantes como edad deportiva (años), volumen de entrenamiento (minutos), nivel USASF de competencia y pérdida de tiempo de entrenamiento o competencia a causa de la lesión.

2.6 Criterios de inclusión y exclusión.

2.6.1 Criterios de inclusión:

- Atletas que pertenezcan al Club *Spirit All Stars* en los niveles 5 y 6.
- Ser mayor de edad.
- Tener las habilidades correspondientes al nivel 5 y 6.
- Edad deportiva mayor a 2 años.

- Firmar el consentimiento informado.

2.6.2 Criterios de exclusión:

- Haber presentado alguna lesión deportiva musculoesquelética de los miembros inferiores en los seis meses previos a la medición.
- Dolor moderado a severo durante la realización de las pruebas.
- Inestabilidad articular de rodilla o tobillo diagnosticada previamente.
- Evidente inflamación o lesión el día de la valoración en articulaciones de los miembros inferiores.
- Declarar haber consumido cafeína, sustancias psicoactivas, energizantes o tabaco el día de la valoración.

2.7 Procedimiento

Inicialmente se realizó una reunión en el sitio de entrenamiento con los posibles participantes, durante la misma se realizó una exposición tanto de los diferentes procedimientos, evaluaciones, como de los resultados esperados, y se reiteró además la voluntariedad de la participación. Se explicó la técnica de cada una de las pruebas para que los sujetos se familiarizaran con el movimiento de cada una de las evaluaciones. En el momento en el que manifestaban su interés en participar en el estudio, se les indicó realizar la encuesta para conocer antecedentes relacionados con lesiones deportivas y se indicó firmar el consentimiento informado.

Las mediciones de los deportistas se ejecutaron durante dos días para evitar fatiga o sobrecarga, procurando que realizaran en la misma franja horaria con el fin de reducir la influencia que podría tener las variaciones circadianas en el rendimiento físico en las pruebas. El día de las valoraciones se realizó una valoración médica para determinar si presentaban alguno de los criterios de exclusión. Durante las valoraciones no se encontraron atletas que tuviesen inestabilidades de rodilla o tobillo, ni tampoco hallazgos que evidenciaran alguna patología.

Para la aplicación de las pruebas de salto vertical se realizó inicialmente un calentamiento, que consistió en movimiento articular, trote, y técnica de saltos correspondiente con la disciplina deportiva, con una duración de 10 minutos, posterior a ello se realizó la medición.

Las pruebas de salto vertical que se realizaron fueron el salto *Contramovimiento* (CMJ) y el *Drop Jump* (DJ). El CMJ se realizó con el deportista en bipedestación colocando las manos en la cadera durante toda la realización del salto, flexionando las rodillas y la cadera hasta completar aproximadamente 90° de flexión de rodilla, seguido de un salto, con la mayor altura posible, y las rodillas extendidas. A cada participante se le evaluaron 5 saltos, con un tiempo de descanso de 1 minuto entre cada intento.

El DJ se realizó poniendo al atleta de pie en la parte superior de un banco de altura de 40 cm, con las manos en la cintura durante toda la realización del salto; se le indicó al sujeto que diera un paso hacia adelante con la pierna dominante y se dejara caer hacia las plataformas de fuerza, realizando un salto inmediatamente toque el suelo, buscando alcanzar la máxima altura posible, y el mínimo tiempo de contacto con el suelo. Se evaluaron a cada participante 5 saltos DJ, con un tiempo de descanso de un minuto entre ellos (Acevedo et al., 2008) (Manzano, 2017).

Se realizaron 5 saltos de cada prueba, de los cuales se escogieron los mejores intentos, teniendo en cuenta que es donde el criterio es la covarianza menor al 10% en las variables duración concéntrica y excéntrica, profundidad del contramovimiento, velocidad excéntrica pico y altura del salto (Barreto et al., 2021). Para el registro del resultado se promediaron los datos obtenidos.

2.8 Análisis estadístico

Para realizar el análisis de los datos se digitó la información obtenida en Excel 365, y fue posteriormente exportada al paquete estadístico STATA, versión 12.1 (College Station, Texas, USA). Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para evaluar la distribución de las variables cuantitativas continuas; se consideraron normalmente distribuidas si presentaba $P > 0,05$ en esta prueba. Si se presentó una distribución normal se informan la media y la desviación estándar (DE). En el caso de los datos sin distribución normal se informan la

mediana y los rangos intercuartílicos. Las variables categóricas se describen con frecuencias absolutas y relativas. Se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para análisis bivariado cuando la distribución no fue normal y el test T de *Student* para comparar variables con distribución normal. Se realizaron pruebas de análisis de varianza (ANOVA) para analizar las diferencias entre más de dos grupos. En los casos en los que se identificó una diferencia estadísticamente significativa en el test de ANOVA, se realizó la prueba de Scheffé para identificar los grupos específicos que presentaron la diferencia significativa. Para analizar la asociación entre variables categóricas se utilizó la prueba de χ^2 . En todos los casos la significancia estadística se consideró con un valor de $p < 0.05$.

3. Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, se tuvieron presentes los fundamentos de la norma, como respeto a la dignidad de los seres humanos, su protección, derechos fundamentales y bienestar. Se mantuvo la seguridad de los voluntarios, las actividades planteadas en este proyecto de investigación fueron concertadas previamente con la población evaluada, se solicitó consentimiento informado firmado por los deportistas, en el cual se aceptaba y autorizaba la participación en el estudio. En el consentimiento se expresaban los riesgos mínimos que conllevaba el estudio, las variables evaluadas, y los procedimientos respectivos. La investigación se considera un estudio de riesgo mínimo dado que se realizó un registro de datos a través de procedimientos comunes como lo fueron el cuestionario, y ejercicio en voluntarios sanos. Sin embargo, se contó con la presencia de un médico, quien estuvo pendiente de atender cualquier accidente que se presentara.

Además, nos acogimos a la ley 1581 de 2012, en la que se hace referencia a la protección de datos personales, para no vulnerar los derechos de autonomía e identidad de los participantes en el estudio, garantizando confidencialidad, proporcionalidad, transparencia, veracidad y seguridad de los datos, por lo que en la publicación final no se exponen datos personales y, durante el análisis, se creó un código para los datos personales. Los resultados se expresan como datos agrupados y no individuales. Las únicas personas con acceso a estos datos fueron los investigadores.

El participante voluntario tuvo la oportunidad de retirar el uso de sus datos en cualquier momento en caso de desearlo, sin que ello afectara su participación en el equipo. La información obtenida tiene un objeto netamente académico, por lo que no se obtendrán beneficios económicos a partir de estos.

No hay conflictos de interés derivados de esta investigación y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia según oficio B.FM 1.002 - CE - 060-22 del 26 de mayo de 2022.

No se recibió financiación alguna por grupos de interés.

4. Resultados

La convocatoria inicial se realizó a un total de 45 atletas, todos ellos integrantes de los equipos niveles 5 y 6 que pertenecen al club de porrismo Spirit All Star. Un total de 34 personas se encontraban interesadas en participar en la investigación; de estos ocho fueron excluidos por la presencia de los criterios anteriormente mencionados (4 menores de edad y 4 que presentaban lesiones con evolución inferior a 6 meses de evolución), finalmente se reclutaron 26 personas en el análisis del estudio.

Los participantes fueron en su mayoría sexo masculino (53.85%), con promedio de edad de 23.46 años (DE 3.98 años, rango: 18-31). La talla tuvo una mediana de 163.5 cm, en el caso de los hombres se encontró una mediana de 173 cm y en el caso de las mujeres una mediana de 160 cm (RIC: 166-181 cm en hombres, 157-161.5 cm en mujeres). El peso tuvo un promedio de 63.75 kg (DE 8.6 kg), para las mujeres un promedio 58.7 kg (DE 5.61 kg) y 68.1 kg (DE 8.48 kg) para los hombres. El IMC tuvo una media de 22.87 kg/m² (DE 22 kg/m²), en los hombres un promedio de 22.69 kg/m² (DE 2.29 kg/m²), y las mujeres con promedio de 23.08 kg/m² (DE 1.93 kg/m²). En la Tabla 3 se encuentran en detalle las variables antropométricas de los participantes.

Tabla 3: Variables antropométricas de los porristas participantes

Variable	Hombres	Mujeres	Total
Participantes n (%)	14 (53.85%)	12 (46.15%)	26 (100.0%)
Edad (años) Media (DE*)	24.71 (3.24)	22 (4.39)	23.46 (3.98)
Peso (kg) Media (DE*)	68.08 (8.48)	58.7 (5.61)	63.75 (8.60)
Talla (cm) Mediana (RIC**)	173 (166-181)	160 (157-161.5)	163.5 (160-173)
IMC (kg/m ²) Media (DE*)	22.69 (2.29)	23.08 (1.96)	22.87 (2.11)

*DE: Desviación estándar
**RIC: Rangos intercuartílicos.

El 53.86% (14 participantes) compiten en el nivel 5 según USASF, desempeñándose durante la rutina el 46.15% como bases, el 30.77% son *spotter*, y 23.08% como flyers. La edad deportiva se encuentra en un rango desde 3 hasta 17 años, con una media de 11.44 años (DE 3.88 años). Se encontró un volumen de entrenamiento con una mediana de 480 minutos/semana (RIC: 360-600 minutos/semana).

Tabla 4: Variables relacionadas con la práctica deportiva de los porristas

Variable	Detalle		
Nivel USASF	5	6	
Participantes n (%)	14 (53.85%)	12 (46.15%)	
Posición	Base	Spotter	Flyer
Participantes n (%)	12 (46.15%)	8 (30.77%)	6 (23.08%)
Edad deportiva (años) (Media \pm DE*)	11.44 \pm 3.88 (rango: 3 - 17)		
Volumen de entrenamiento (minutos/semana) (Mediana (RIC**)) y rango	480 (360-600) (rango 360 - 960)		
*DE: Desviación estándar			
**RIC: Rangos intercuartílicos.			

4.1 Antecedentes de lesiones deportivas

Respecto a los antecedentes de lesiones, se encontró que 22 participantes (84.62%) habían presentado al menos una lesión, y de éstos, 17 participantes (77.27%) se habían lesionado en más de una ocasión. El 100% de los participantes lesionados refirió que la última lesión ocurrió durante entrenamiento. El tiempo transcurrido desde la última lesión tuvo un rango de 6.5 hasta 144 meses, con una mediana de 17.5 meses (RIC: 12-36 meses).

En cuanto a las características de la última lesión se identificó que el lado comprometido era el derecho en el 45.45% (10 participantes), el izquierdo en el 36.36% (8 participantes), y el 18.18% (4 participantes) manifestaron haber presentado lesión bilateral. Las áreas del cuerpo con mayor compromiso de lesiones en la población estudiada fueron los miembros inferiores (72.73%), seguido de los miembros superiores (18.18%). Respecto a la zona anatómica específica se encontró que la rodilla es la más frecuentemente comprometida en el 45.45% de la población (10 participantes), seguida por el tobillo en el 18.18% y el

hombro en el 9.09%. En las figuras 6 y 7 se muestran los datos de área y zona anatómica específica comprometidas por las lesiones.

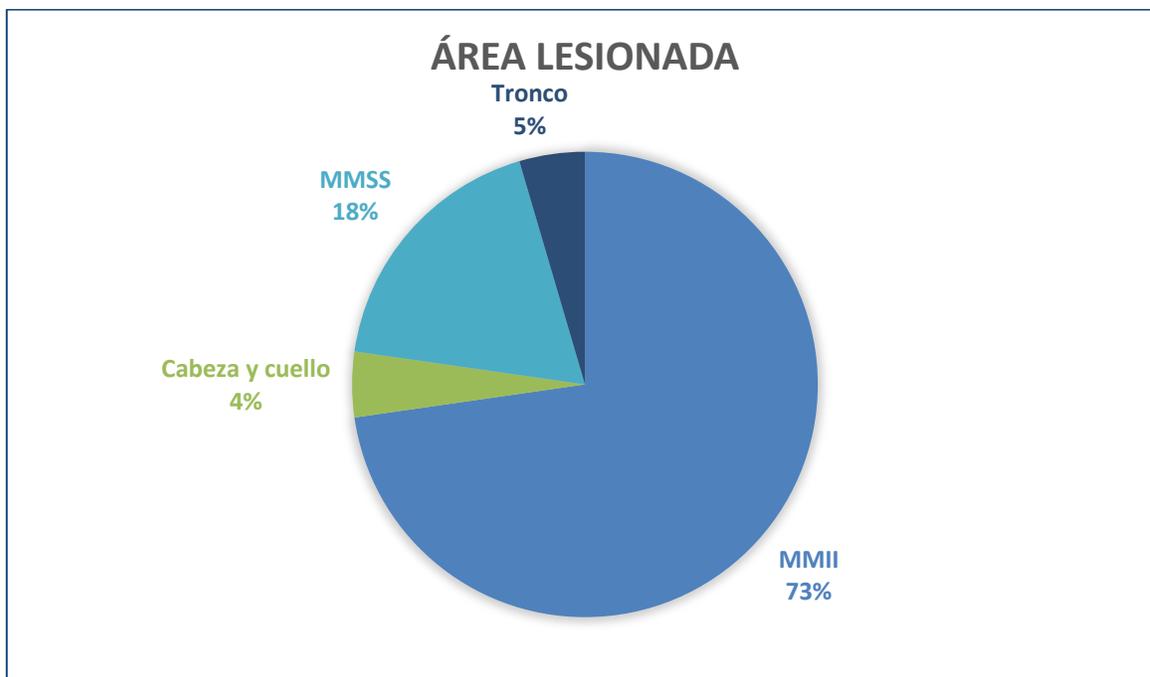


Figura 6: Detalle de área lesionada.

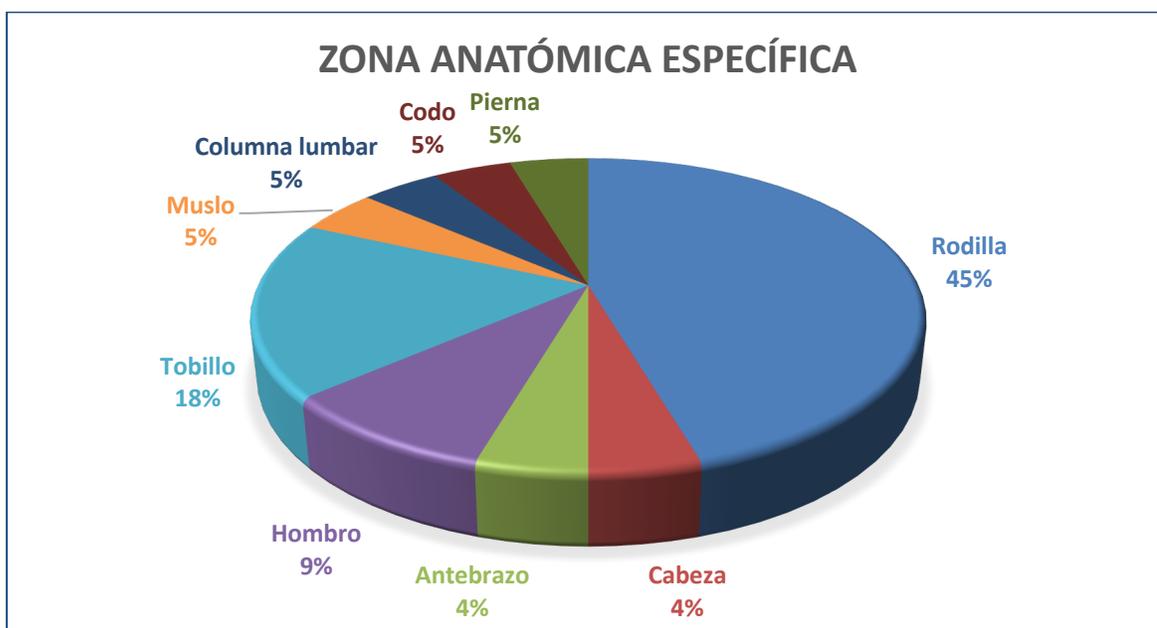


Figura 7: Detalle de zona anatómica específica

Un alto porcentaje de los deportistas (81.81%) asistió a médico o fisioterapeuta para valoración por su lesión deportiva y el 95.45% refirió haber realizado rehabilitación para su lesión. Se realizó una categorización de los diagnósticos médicos dados a aquellos que asistieron a valoración por un profesional de la salud, encontrando que de los 18 participantes que asistieron a valoración, la mitad cursaba con algún grado de esguince, seguido de fracturas (16.67%) y lesiones tendinosas (16.67%) (Figura 8). Los días perdidos de entrenamiento en la población tuvieron una mediana de 21.5 días (RIC: 5-96 días). Adicionalmente se encontró que los días perdidos de competencia tuvieron una mediana de 1 día (RIC: 0-3 días), y cerca de la mitad de los atletas manifestó no haber perdido días de competencia.

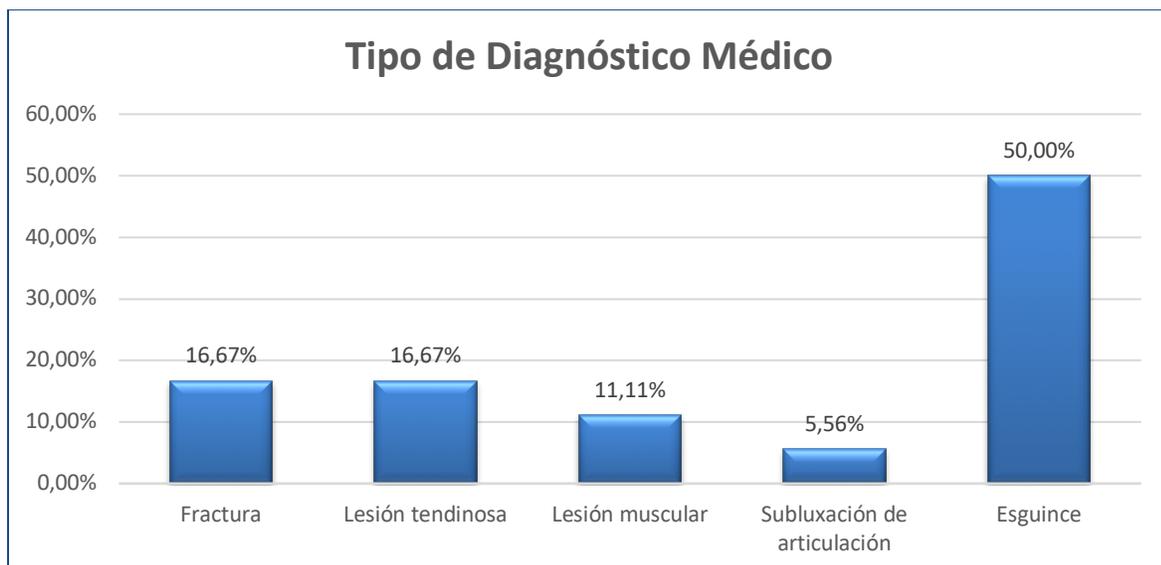


Figura 8: Tipo de Diagnóstico Médico de los participantes lesionados.

La clasificación de las lesiones se puede hacer dependiendo su localización, tipo, lado del cuerpo y mecanismo de la lesión; clasificando las lesiones teniendo en cuenta la clasificación del sistema OSIICS (la sigla proviene del Orchard Sports Injury Classification System), la cual fue desarrollada en 1992 por el médico Jhon Orchard específicamente para diagnósticos de medicina del deporte, recomendada por el consenso del Comité Olímpico Internacional (Til et al., 2008) (Bahr et al., 2020). En su versión OSIICS 13.5 su estructura cuenta con tres letras mayúsculas; el primer dígito se refiere a la localización anatómica, el segundo dígito se refiere el tejido y tipo de lesión, el tercer dígito se refiere a

la estructura anatómica lesionada (Orchard et al., 2020). En la Figura 9 podemos ver diferenciados los diagnósticos de nuestra población clasificados según OSIICS 13.5.

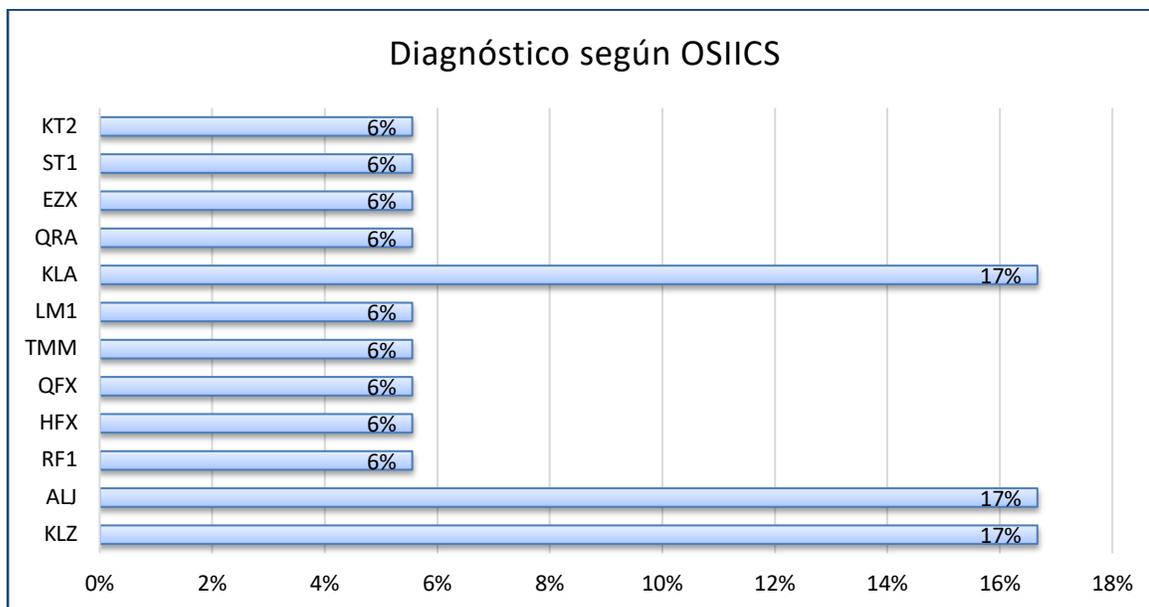


Figura 9: Porcentaje y diagnóstico según OSIICS.

Las lesiones deportivas de los miembros inferiores encontradas en esta población comprometen diferentes estructuras; del total de los afectados en los miembros inferiores (16 participantes), el 63% se había lesionado la rodilla, seguido por lesión del tobillo en un 25%. Dentro de estos atletas el 18.75% de los lesionados no asistió a consulta por un profesional de la salud por la lesión, por lo que no se conoce el diagnóstico o estructura comprometida específicamente. Sin embargo, en aquellos que asistieron a consulta médica se encontraron como diagnósticos más frecuentes: Esguince de ligamentos colaterales de la rodilla (18.75%) y Ruptura del LCA (18.75%), seguidos del esguince de tobillo grado 2 (12.5%) (Figuras 10 y 11).

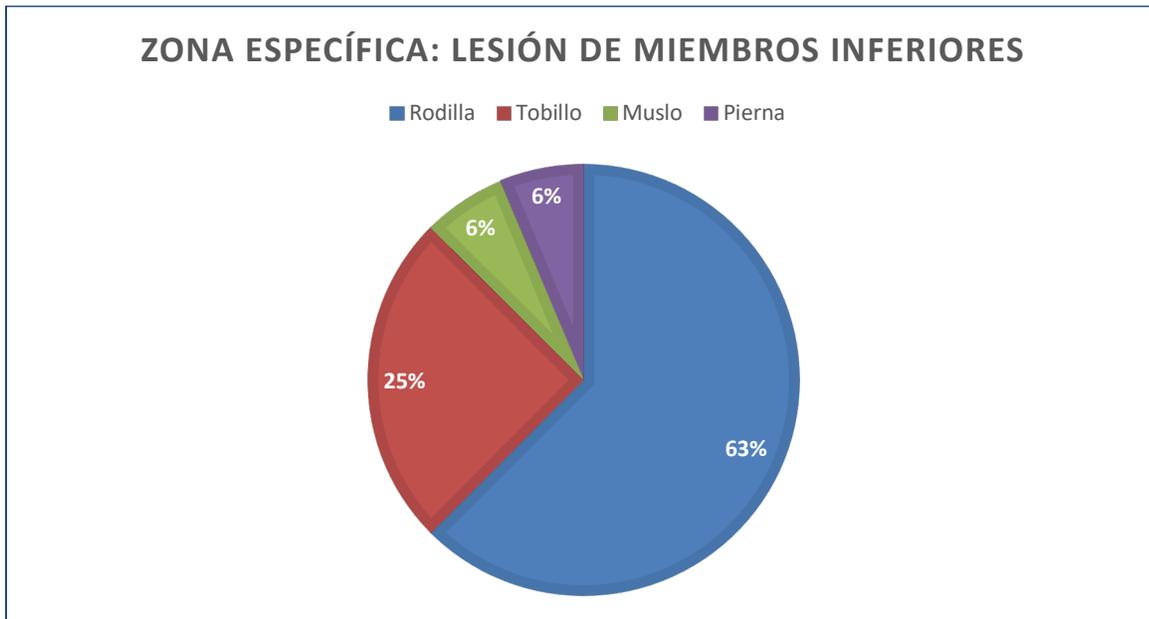


Figura 10: Zona específica: Lesión de miembros inferiores

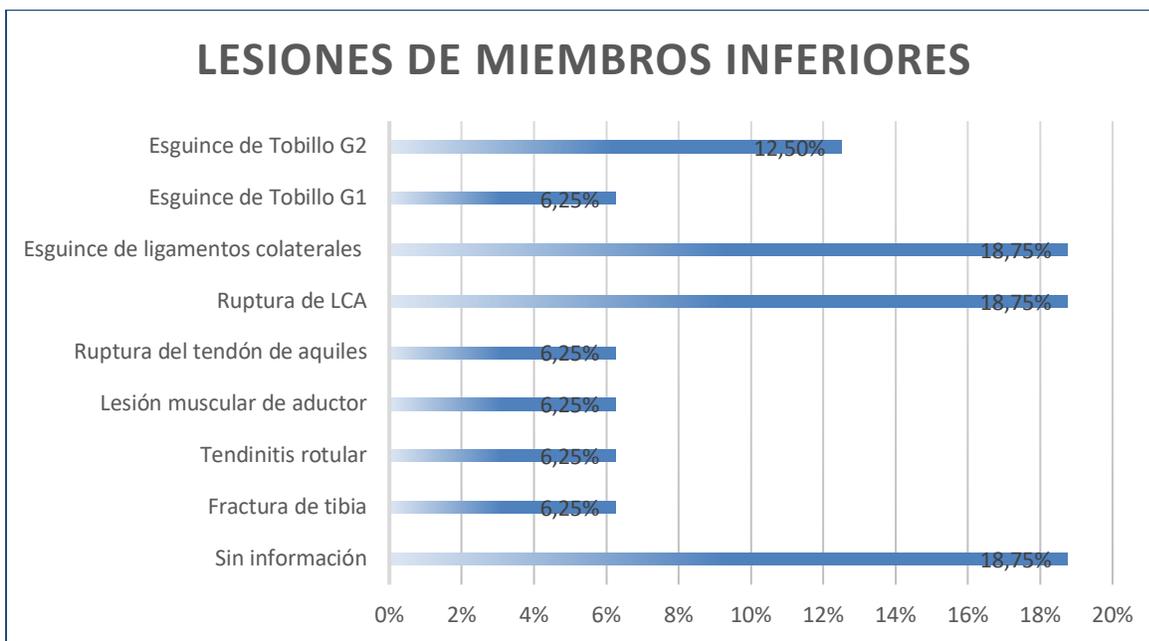


Figura 11: Lesiones de Miembros inferiores.

4.2 Salto vertical

4.2.1 Resultados CMJ

Los resultados relacionados con las pruebas de salto vertical se presentan divididos en cada uno de los saltos, teniendo en cuenta las variables de rendimiento y de asimetrías. Se seleccionaron variables que en la literatura se ha encontrado que tienen importancia a nivel del rendimiento neuromuscular de los miembros inferiores en atletas, para determinar su comportamiento en estos deportistas y el perfil neuromuscular.

Los hallazgos correspondientes a las variables del CMJ en la población estudiada fueron: respecto a la altura de salto (JH) el valor promedio fue de 31.67 cm (DE: 5.59 cm); la fuerza media concéntrica (CMF) media fue de 1176.38 N (DE: 163.50 N); la potencia media concéntrica (CMP) promedio fue de 1584 W (DE: 323.68 W); la tasa de desarrollo de la fuerza excéntrica (Ecc B RFD) se encontró en un promedio de 3973.88 N/s (DE: 1356.71 N/s); en el caso de la fuerza media excéntrica (EccMF) se encontró un promedio de 626 N (DE: 84.45 N); la potencia media excéntrica (EccMP) fue en promedio de 425.34 W (DE: 87.27 W) y la profundidad del salto (CMD) promedio fue de 35.81 cm (DE: 6.57 cm). En la Tabla 5 se muestran en detalle los resultados de estas variables de rendimiento teniendo en cuenta el género y la posición de los participantes.

Tabla 5: Perfil neuromuscular: Variables de rendimiento CMJ según género y según posición.

Variable	Total	Género		p	Posición			p
		Femenino	Masculino		Base	Flyer	Spotter	
JH (cm) ¹	31.67	26.68	35.95	0.0000*	33.45	26.55 (2.35)	32.83	0.0294**
Media (DE)	(5.59)	(3.14)	(3.01)		(6.66)	23-30	(4.52)	
Min-Max	22.6-41.2	22.6-32.2	30.6-41.2		23.5-41.2		22.6-36.6	
CMF (N) ²	1176.38	1039.66	1293.57	0.0000*	1177.88	1038.66	1277.87	0.0184**
Media (DE)	(163.50)	(69.99)	(123.37)		(169.79)	(85.75)	(129.95)	
Min-Max	918-1527	918-1135	1157-1527		966-1527	918-1135	1130-1524	
CMP (W) ³	1584.03	1284	1841.21	0.0000*	1655.33	1278.16	1706.5	0.0217**
Media (DE)	(323.68)	(101.00)	(196.29)		(356.40)	(125.90)	(239.20)	
Min-Max	1059-2204	1059-1438	1525-2204		1162-2204	1059-1438	1269-1968	

Ecc B RFD (N/s) ⁴	3973.88 (1356.71)	3406.25 (1224.87)	4460.42 (1310.69)	0.0396⁺⁺⁺	3673.83 (1392.13)	4280.16 (1012.91)	4194.25 (1582.80)	0.5721 ⁺⁺⁺
Media (DE)	1926-6535	1926-5874	2401-6535		1926-6535	3197-5874	2205- 6294	
Min-Max								
EccMF (N) ⁵	626 (84.45)	576.25 (55.12)	668.64 (83.07)	0.0016⁺	611.83 (73.44)	561 (57.02)	696 (71.47)	0.0045⁺⁺
Media (DE)	47-832	473-698	545-832		545-810	473-648	571-832	
Min-Max								
EccMP (W) ⁶	425.34 (87.27)	368.33 (65.92)	474.21 (73.48)	0.0004⁺	399.5 (86.87)	400.16 (65.63)	483 (82.35)	0.0750 ⁺⁺
Media (DE)	265-625	265-471	346-625		265-505	281-471	390-625	
Min-Max								
CMD (cm) ⁷	35.81 (6.57)	32.31 (3.48)	38.81 (7.20)	0.0045⁺	35.7 (6.54)	31.83 (4.04)	38.97 (7.10)	0.1310 ⁺⁺
Media (DE)	24.4-51	24.4-36.1	24.8- 51		24.8- 48.1	24.4-35.9	28.3-51	
Min-Max								

⁺T Student

⁺⁺ANOVA

⁺⁺⁺Kruskal Wallis

¹ JH Jump Height (Altura del salto)

² CMF Concentric Mean Force (Fuerza concéntrica media)

³ CMP Concentric Mean Power (Potencia concéntrica media)

⁴ Ecc B RFD Eccentric Braking Rate Force Development (Tasa de desarrollo de la fuerza del frenado excéntrico)

⁵ EccMF Eccentric Mean Force (Fuerza excéntrica media)

⁶ EccMP Eccentric Mean Power (Potencia excéntrica media)

⁷ CMD Countermovement Depth (Profundidad del contramovimiento)

p=0.0000 Indica p < 0.0001

En el caso de las asimetrías identificadas en el CMJ, teniendo en cuenta que aquellas mayores del 10% se han encontrado significativas en la literatura biomédica, y que posiblemente están correlacionadas con riesgo de lesión, se decidió presentar aquellos que presentaban alguna asimetría significativa derecha, izquierda o no la presentaban.

En la variable tasa de desarrollo de la fuerza de la desaceleración excéntrica (Ecc Des RFD Asy) el 50% de los participantes no presentaban una asimetría significativa, el valor máximo de asimetría hacia la derecha fue del 18.5%, y en asimetría hacia la izquierda fue del 40.9%. La asimetría en CMF (CMF Asy) no fue significativa en el 96.15% de la población estudiada, con un valor máximo en la asimetría derecha de 12.1% y en la asimetría izquierda de 9.4%, con hallazgos similares en la asimetría en la fuerza pico concéntrica (CPF Asy).

En la asimetría de la fuerza excéntrica media (EccMF Asy) se encontró que un poco más de la mitad de la población presentaba asimetría hacia la derecha, y el 42.31% no presentan asimetría significativa; con unos valores promedio de los que presentan asimetría hacia la derecha de 14.73 % (DE 7.15%), con un valor máximo de asimetría del 27.2%. En aquellos que presentan asimetría hacia la izquierda se encontró un promedio de 7.1 % (DE 3.84%), con un valor máximo del 12.3%.

En la asimetría de la fuerza pico excéntrica (EccPF Asy) el 69.23% no presenta una asimetría significativa; únicamente el 26.92% de los atletas presentaban asimetría hacia la derecha, y el 3.85% hacia la izquierda, con unos valores promedio de los que presentaban asimetría hacia la derecha de 8.31% (DE: 5.54%), con un valor máximo de asimetría de 20%. En aquellos que presentan asimetría hacia la izquierda se encontró un promedio 4.58% (DE: 4.52%), con un valor máximo de 11.9%.

En el caso de la asimetría de la fuerza pico de aterrizaje (PLandF Asy) el 50% de los participantes no presentan una asimetría significativa, el valor máximo de asimetría hacia la derecha fue del 37.3%, y en asimetría hacia la izquierda del 19.9%. En la Tabla 6 se muestran en detalle los resultados encontrados en las variables de asimetría.

Tabla 6: Perfil neuromuscular: Variables de asimetría CMJ

Variable	Asimetrías significativas			Porcentajes	
	Derecha %(N)	Izquierda %(N)	Ninguna %(N)	Derecha Media (DE) Min-Max	Izquierda Media (DE) Min-Max
Ecc Des RFD Asy (%) ¹	15.38% (4)	34.62% (9)	50.00% (13)	8.34 (5.81) 0-18.5	10.82 (10.29) 0.4-40.9
CMF Asy (%) ²	3.85% (1)	0.0% (0)	96.15% (25)	4.30 (3.10) 1.1-12.1	4.35 (3.14) 1.3-9.4
CPF Asy (%) ³	11.54% (3)	0.0% (0)	88.46% (23)	6.26 (3.97) 0.3-13.1	3.35 (2.93) 0.1-7.3
EccMF Asy (%) ⁴	53.85% (14)	3.85% (1)	42.31% (11)	14.73 (7.15) 2.8-27.2	7.1 (3.84) 2.4-12.3
EccPF Asy (%) ⁵	26.92% (7)	3.85% (1)	69.23% (18)	8.31 (5.54) 0.2-20	4.58 (4.52) 0-11.9
PLandF Asy (%) ⁶	34.62% (9)	15.38% (4)	50.00% (13)	14.15 (9.84) 1.1-37.3	8.17 (6.88) 0.8-19.9

¹ Ecc Des RFD Asy Eccentric Deceleration Rate Force Development asymmetry (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza de la desaceleración excéntrica)

² CMF Asy Concentric Mean Force asymmetry (Asimetría de la fuerza concéntrica media)

³ CPF Asy Concentric Peak Force asymmetry (Asimetría de la fuerza concéntrica pico)

⁴ EccMF Asy Eccentric Mean Force asymmetry (Asimetría de la fuerza excéntrica media)

⁵ EccPF Asy Eccentric Peak Force asymmetry (Asimetría de la fuerza excéntrica pico)

⁶ PLandF Asy Peak Landing Force asymmetry (Asimetría de la fuerza pico de aterrizaje)

4.2.2 Resultados DJ

El segundo salto realizado fue el DJ, los datos encontrados en la evaluación de esta prueba en nuestra población fueron: Para el índice de fuerza reactiva (RSI) un promedio de 1.93 (DE: 0.54); en la altura del salto (JH DJ) se halló una media de 20.85 cm (DE: 4.7cm); el tiempo de contacto (Contact T) promedio fue de 0.228 s (DE: 0.07 s); la aceleración pico en el despegue fue de 37.75 m/s² (DE 12.54 m/s²); la fuerza pico de impacto (PIImF) promedio fue de 2867.34 N (DE: 792.33 N); el Stiffness activo (Ac Stiff) fue en promedio de 24573.86 N/m (DE: 12201.67 N/m); la fuerza concéntrica media del DJ (CMF DJ) fue en promedio de 1710.38 N (DE: 322.90 N); la potencia concéntrica media del DJ (CMP DJ) promedio fue de 5891.19 W (DE: 1170.97 W) y la tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje (Landing RFD) fue de 53880.92 N/s en promedio (DE: 25158.36 N/s). En la tabla 7 se describen los resultados en detalle según género y posición en la rutina de los participantes.

Tabla 7: Perfil neuromuscular: Variables de rendimiento DJ según género y según posición.

Variable	Total	Género		p	Posición			p
		Femenino	Masculino		Base	Flyer	Spotter	
Ac Stiff (N/m) ¹	24573.86	21856.16	26903.32	0.1512 ⁺	23330.99	22468.91	28016.87	0.6435 ⁺⁺
Media (DE)	(12201.67)	(9948.98)	(13780.19)		(11003.08)	(11449.36)	(15094.37)	
Min-Max	4751.96- 60301.76	4751.96- 36418.21	12718.5- 60301.76		7726.84- 45130.56	4751.96- 36418.21	12718.5- 60301.76	
CMF DJ (N) ²	1710.38	1547.41	1850.07	0.0069⁺	1710.33	1499.33	1868.75	0.1028 ⁺⁺
Media (DE)	(322.90)	(233.48)	(329.93)		(225.12)	(278.22)	(413.04)	
Min-Max	1078-2724	1078-1838	1493-2724		1355- 2169	1078-1838	1460-2724	
CMP DJ (W) ³	5891.19	5337.66	6365.64	0.0111⁺	6082.58	5083.33	6210	0.1527 ⁺⁺
Media (DE)	(1170.97)	(828.01)			(712.01)	(847.24)	(1687.98)	

Min-Max	3750-9513	3750-6472	(1237.53) 4514-9513		5135-7620	3750-5868	4401-9513	
Contact T (s) ⁴	0.228	0.231	0.226	0.8369 ⁺⁺⁺	0.217	0.238	0.239	0.8306 ⁺⁺⁺
Media (DE)	(0.07)	(0.08)	(0.07)		(0.04)	(0.11)	(0.08)	
Min-Max	0.141-0.476	0.178-0.476	0.141-0.403		0.163-0.328	0.178-0.476	0.141-0.403	
JH DJ (cm) ⁵	20.84	19.33	22.14	0.0657 ⁺	21.63	18.4	21.5	0.3618 ⁺⁺
Media (DE)	(4.70)	(4.44)	(4.67)		(5.20)	(2.68)	(4.96)	
Min-Max	11.4- 31.9	11.4- 25.4	13.4- 31.9		13.4-31.9	14.4-22	11.4-29.3	
PTakeoff Acc (m/s ²) ⁶	37.75	35.78	39.45	0.2342 ⁺	39.10	35.73	37.25	0.8678 ⁺⁺
Media (DE)	(12.54)	(10.57)	(14.19)		(9.51)	(11.43)	(17.88)	
Min-Max	14.32-65.25	14.32-45.73	16.67-65.25		23.10-60.18	14.32-45.10	16.67-65.25	
RSI ⁷	1.93	1.84	2.01	0.2175 ⁺	1.97	1.82	1.96	0.8614 ⁺⁺
Media (DE)	(0.54)	(0.47)	(0.60)		(0.35)	(0.51)	(0.81)	
Min-Max	0.85-3.46	0.85-2.44	1.04- 3.46		1.39-2.62	0.85- 2.39	1.04-3.46	
Landing RFD (N/s) ⁸	53880.92	39743.67	65998.57	0.0017 ⁺⁺⁺	47664.67	39076	74309	0.0445 ⁺⁺⁺
Media (DE)	(25158.36)	(7659.54)	(28721.68)		(11560.7)	(7912.23)	(35703.42)	
Min-Max	30332- 130857	30332- 50945	37007- 130857		30405- 74497	30332- 50945	31625- 130857	
PlmF (N) ⁹	2867.34	2573.16	3119.5	0.0396 ⁺	2774.33	2483.16	3295	0.1417 ⁺⁺
Media (DE)	(792.33)	(820.94)	(699.05)		(669.68)	(1016.52)	(670.03)	
Min-Max	1375- 4100	1375-4100	2243-4089		1466- 3916	1375- 4100	2243- 4089	
⁺ T Student ⁺⁺ ANOVA ⁺⁺⁺ Kruskal Wallis ¹ Ac Stiff Active Stiffness (Stiffness activo) ² CMF DJ Concentric Mean Force Drop Jump (Fuerza concéntrica media del Drop Jump) ³ CMP DJ Concentric Mean Power Drop Jump (Potencia concéntrica media del Drop Jump) ⁴ Contact T Contact Time (Tiempo de contacto) ⁵ JH DJ Jump Height Drop Jump (Altura del salto del Drop Jump) ⁶ PTakeoff Acc Peak Takeoff Acceleration (Aceleración máxima de despegue) ⁷ RSI Relative Strength Index (Índice de fuerza relativa) ⁸ Landing RFD Landing Rate Force Development (Tasa de desarrollo de la fuerza de aterrizaje) ⁹ PlmF Peak Impact Force (Fuerza pico de impacto)								

Para las variables de asimetría del DJ también se decidió presentarlas divididas según si se trataban de asimetrías significativas (mayores al 10%) para alguna lateralidad, o no eran significativas. En el caso de la fuerza pico de aterrizaje del Drop; primer aterrizaje (PDLandF Asy) 42.31% no presentan asimetría significativa, pero encontramos valores máximos de asimetría hacia la derecha de 27.8% y hacia la izquierda de 39.4%.

Las asimetrías en la tasa de desarrollo de la fuerza del primer aterrizaje (DL RFD Asy) fueron del 30.77% hacia la derecha, 38.46% hacia la izquierda, y el 30.77% no presentan asimetría significativa. El valor promedio de los que presentan asimetría hacia la derecha fue del 18.3% (DE: 12.31%), con un valor máximo de asimetría del 38.4%. En aquellos que presentan asimetría hacia la izquierda se encontró un promedio del 16.51% (DE: 12%), con un valor máximo del 46.3%.

En la variable de la tasa de desarrollo de la fuerza en el segundo aterrizaje (Land RFD Asy DJ) se identificó que el 16.15% no presentaban asimetrías significativas. Sin embargo, el 26.92% presentaban asimetría hacia la derecha, con un valor promedio de 16.35% (DE: 10.76%) y un valor máximo del 40.8%. El 26.72% presentaban asimetría hacia la izquierda, con un valor promedio de 16.51% (DE: 12%) y un valor máximo del 25.3%.

En la variable de asimetría de la fuerza pico en el segundo aterrizaje encontramos que el 50% de la población no tenía asimetrías significativas, el valor máximo de asimetría hacia la derecha fue del 23%, y en asimetría hacia la izquierda de 19.7%. En la Tabla 8 se ilustran en detalle los resultados encontrados en esta población para las variables de asimetría del DJ.

Tabla 8: Perfil neuromuscular: Variables de asimetría DJ

Variable	Asimetrías significativas			Porcentajes	
	Derecha %(N)	Izquierda %(N)	Ninguna %(N)	Derecha Media (DE) Min-Max	Izquierda Media (DE) Min-Max
DL RFD Asy (%) ¹	30.77% (8)	38.46% (10)	30.77% (8)	18.3 (12.31) 2-38.4	16.51(12.00) 1.5-46.3
Land RFD Asy DJ (%) ²	26.92% (7)	26.92% (7)	46.15% (12)	16.35 (10.76) 4.7-40.8	11.36 (6.42) 3.8-25.3
PDlandF Asy (%) ³	19.23% (5)	38.46% (10)	42.31% (11)	13.74 (9.37) 1.3-27.8	13.54 (9.44) 0.9-39.4
PLandF Asy (%) ⁴	23.08% (6)	26.92% (5)	50.00% (13)	10.45 (7.45) 1.4-23	10.43 (6.13) 2.1-19.7

¹ DL RFD Asy Drop Landing Rate Force Development asymmetry (Asimetría en la tasa de desarrollo de la fuerza del primer aterrizaje)

² Land RFD Asy DJ Landing Rate Force Development Asymmetry Drop Jump (Asimetría en la tasa de desarrollo de la fuerza en el segundo aterrizaje)

³ PDLandF Asy Peak Drop Landing Force asymmetry (Asimetría de la fuerza pico de aterrizaje del Drop)

⁴ PLandF Asy DJ Peak Landing Force Asymmetry Drop Jump (Asimetría de la fuerza pico en el segundo aterrizaje)

4.2.3 Asimetrías y antecedentes de lesión deportiva de miembros inferiores

Al evaluar las asimetrías en el perfil neuromuscular en los atletas que habían presentado alguna lesión de los miembros inferiores, donde 7 participantes habían manifestado lesión que comprometía el lado derecho, 7 participantes referían lesión del lado izquierdo, y 2 participantes manifestaron que la lesión comprometió los dos miembros inferiores, se encontró en el caso de la CPF Asy y CMF Asy que los atletas no presentan asimetrías significativas, es decir, los valores eran menores al 10%. En la variable Ecc Des Asy RFD en el CMJ no se encontró asimetrías significativas hacia la derecha, y el 43.75% de las personas tenían asimetría hacia la izquierda. En la tabla 9 se muestran estos resultados con mayor detalle.

Tabla 9: Lado lesionado y *Eccentric Deceleration Rate Force Development asymmetry* (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en la desaceleración excéntrica) (CMJ)

Variable	Ecc Des Asy RFD (CMJ)		Total
	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado			
Bilateral	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)
Derecho	3 (42.86%)	4 (57.14%)	7 (100%)
Izquierdo	3 (42.86%)	4 (57.14%)	7 (100%)
Total	7 (43.75%)	9 (56.25%)	16 (100%)
P = 0.982 (Pearson χ^2)			

La EccMF Asy se identificó en el caso de los que habían presentado lesión del lado derecho que el 14.29% tenían asimetría significativa hacia la derecha, y 14.29% presentaban asimetría hacia la izquierda. Aquellos que habían referido lesión del lado izquierdo el 57.14% presentaban asimetría hacia la derecha y el 42.86% no tenían asimetría significativa (Tabla 10).

Tabla 10: Lado lesionado y *Eccentric Mean Force asymmetry* (Asimetría de la fuerza excéntrica media) (CMJ)

Variable	EccMF Asy (CMJ)			Total
Lado lesionado	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Bilateral	1 (50.00%)	0 (0.00%)	1 (50.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	1 (14.29%)	5 (71.43%)	7 (100.00%)
Izquierdo	4 (57.14%)	0 (0.00%)	3 (42.86%)	7 (100.00%)
Total	6 (37.50%)	1 (6.25%)	9 (56.25%)	16 (100.00%)
P = 0.460 (Pearson χ^2)				

Para la variable EccPF Asy del CMJ se encontró en el caso de los que habían presentado lesión en el miembro inferior derecho, que el 100% no presentaban asimetría significativa. Los que manifestaron presentar lesión previa del lado izquierdo el 28.57% presentaban asimetría hacia la derecha, el 15.29% hacia la izquierda y el 57.14% no presentaban asimetría significativa (Tabla 11).

Tabla 11: Lado lesionado y *Eccentric Peak Force asymmetry* (Asimetría de la fuerza excéntrica pico) (CMJ)

Variable	EccPF Asy (CMJ)			Total
Lado lesionado	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Bilateral	1 (50.00%)	0 (0.00%)	1 (50.00%)	2 (100.00%)
Derecho	0 (0.00%)	0 (0.00%)	7 (100.00%)	7 (100.00%)
Izquierdo	2 (28.57%)	1 (14.29%)	4 (57.14%)	7 (100.00%)
Total	3 (18.75%)	1 (6.25%)	12 (75.00%)	16 (100.00%)
P = 0.282 (Pearson χ^2)				

En las asimetrías relacionadas con el aterrizaje, la PLandF Asy es del 71.43% hacia la derecha en aquellos que habían presentado lesión a nivel del miembro inferior izquierdo, y los que refirieron lesión a nivel de miembro inferior derecho no presentaban asimetría significativa en el 85.71% de los casos (Tabla 12).

Tabla 12: Lado lesionado y *Peak Landing Force asymmetry* (Asimetría de la fuerza pico de aterrizaje) (CMJ)

Variable	PLandF Asy (CMJ)			Total
Lado lesionado	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Bilateral	0 (0.00%)	1 (50.00%)	1 (50.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	0 (0.00%)	6 (85.71%)	7 (100.00%)
Izquierdo	5 (71.43%)	0 (0.00%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Total	6 (37.50%)	1 (6.25%)	9 (56.25%)	16 (100.00%)
P = 0.282 (Pearson χ^2)				

En la asimetría de la tasa del desarrollo de la fuerza (Land RFD Asy) en el aterrizaje se identificó en aquellos que habían presentado lesión a nivel del miembro inferior izquierdo que el 71.43% presentaban asimetría hacia la derecha, de los que presentaron lesión a nivel del miembro inferior derecho solo el 14.29% presentaban asimetría hacia la izquierda (Tabla 13).

Tabla 13: Lado lesionado y *Landing Rate Force Development asymmetry* (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje) (CMJ)

Variable	Land RFD Asy (CMJ)			Total
	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado				
Bilateral	1 (50.00%)	1 (50.00%)	0 (0.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	1 (14.29%)	5 (71.43%)	7 (100.00%)
Izquierdo	5 (71.43%)	0 (0.00%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Total	7 (43.75%)	2 (12.50%)	7 (43.75%)	16 (100.00%)

P = 0.083 (Pearson χ^2)

Las variables de asimetría del DJ se clasificaron de igual forma en aquellos que la presentaban mayor al 10%, y aquellos en quienes que era menor al 10% fueron clasificados como ausencia de asimetría. En el caso de la asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el primer aterrizaje del drop (DL RFD Asy) se identificó que aquellos que habían presentado lesión del miembro inferior derecho presentaban en un 57.14% asimetría hacia la izquierda, y aquellos que referían haber presentado lesión del miembro inferior izquierdo un 42.86% tienen asimetría mayor al 10% en el 42.86% (Tabla 14).

Tabla 14: Lado lesionado y *Drop Landing Rate Force Development asymmetry* (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el primer aterrizaje del drop) (DJ)

Variable	DL RFD Asy (DJ)			Total
	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado				
Bilateral	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (100.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	4 (57.14%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Izquierdo	3 (42.86%)	2 (28.57%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Total	4 (25.00%)	6 (37.50%)	6 (37.50%)	16 (100.00%)

P = 0.222 (Pearson χ^2)

La asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el segundo aterrizaje en los que presentaron lesiones de miembros inferiores fue menor al 10% en el 50% de los casos. Al evaluarse los que habían presentado lesión en el miembro inferior derecho el 28.57%

tenían asimetría hacia la izquierda. De aquellos que se habían lesionado el miembro inferior izquierdo el 28.57% presentaban asimetría hacia la izquierda en el 28.57% (Tabla 15).

Tabla 15: Lado lesionado y *Landing Rate Force Development asymmetry* (Asimetría de la tasa de desarrollo de la fuerza en el segundo aterrizaje) (DJ)

Variable	Land RFD Asy (DJ)			Total
	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado				
Bilateral	1 (50.00%)	1 (50.00%)	0 (0.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	2 (28.57%)	4 (57.14%)	7 (100.00%)
Izquierdo	1 (14.29%)	2 (28.57%)	4 (57.14%)	7 (100.00%)
Total	3 (18.75%)	5 (31.25%)	8 (50.00%)	16 (100.00%)

P = 0.629 (Pearson χ^2)

En la asimetría de la fuerza pico en el primer aterrizaje (PDLandF Asy (DJ)) y segundo aterrizaje (PLandF Asy (DJ)) en los que presentaron lesiones de miembros inferiores se identificó que en el caso del primer aterrizaje, de aquellos que referían haber presentado lesión del miembro inferior derecho el 57.14% presentaban asimetría hacia la izquierda, y de aquellos que se habían lesionado el miembro inferior izquierdo el 42.86% presentaban asimetría hacia el lado derecho (Tabla 16). Para la variable PLandF Asy (DJ) se encontró que aquellos que se habían lesionado el miembro inferior derecho, en un 57.14% no tenían asimetrías significativas, y aquellos que se habían lesionado el miembro inferior izquierdo el 57.14% no presentaban asimetrías significativas (Tabla 17).

Tabla 16: Lado lesionado y *Peak Drop Landing Force Asymmetry* (Asimetría de la fuerza pico en el primer aterrizaje) (DJ)

Variable	PDLandF Asy (DJ)			Total
	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado				
Bilateral	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (100.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	4 (57.14%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Izquierdo	3 (42.86%)	2 (28.57%)	2 (28.57%)	7 (100.00%)
Total	4 (25.00%)	6 (37.50%)	6 (37.50%)	16 (100.00%)

P = 0.222 (Pearson χ^2)

Tabla 17: Lado lesionado y *Peak Landing Force Asymmetry* (Asimetría de la fuerza pico en el segundo aterrizaje) (DJ)

Variable	PLandF Asy (DJ)			Total
	Derecha	Izquierda	Ninguna	
Lado lesionado				
Bilateral	1 (50.00%)	0 (0.00%)	1 (50.00%)	2 (100.00%)
Derecho	1 (14.29%)	2 (28.57%)	4 (57.14%)	7 (100.00%)
Izquierdo	1 (14.29%)	2 (28.57%)	4 (57.14%)	7 (100.00%)
Total	3 (18.75%)	4 (25.00%)	9 (56.25%)	16 (100.00%)
P = 0.777 (Pearson χ^2)				

5. Discusión

Contamos con 26 participantes, con unos porcentajes similares entre el género masculino y femenino. La mediana de la talla en el total de la población fue de 163.5 cm, identificando una diferencia significativa de las tallas diferenciadas por género ($p=0.0001^{+++}$). El peso promedio de la población fue de 63.75 kg (DE 8.6 kg), con una diferencia estadísticamente significativa entre los pesos de los hombres y mujeres ($p=0.0016^+$). El promedio del IMC en el total de la muestra fue de 22.87 kg/m² (DE 22 kg/m²), sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en el IMC entre hombres y mujeres ($p= 0.6492^+$). Lo que es bien conocido puede estar influenciado por factores endocrinos, además de factores socioculturales tales como influencias específicas del entorno, diferentes formas de nutrición, estilos de vida y estrés (Kautzky-Willer et al., 2016).

5.1 Antecedentes de lesiones deportivas

Los antecedentes de lesiones deportivas en los porristas ha sido un campo poco estudiado en el país, existen algunos datos en estados unidos, entre otros países, pero los datos en Colombia son escasos. En el estudio de Ávila, realizado en deportistas que compiten a nivel Universitario, encontramos que su población de estudio también es menor de 50 participantes, identificando en su estudio que de los 41 participantes; 46.3% había presentado 1-2 lesiones, 14.6% 3-4 lesiones, 9.8% 5 o más lesiones, y el 29.3% no se tiene información de lesiones (Ávila, 2015). En nuestra población el 84.62% presentó al menos una lesión, y el 77.27% de estos ha presentado más de una lesión. Esto podría deberse al nivel de los participantes, teniendo en cuenta que a nivel universitario las habilidades requeridas son de mayor dificultad. Adicionalmente Ávila dentro de su estudio identificó que el 51,2% de sus participantes dicen que las condiciones del lugar de entrenamiento no son las adecuadas. Jacobson en su población que también encontró que el 54.5% de los atletas no habían presentado alguna lesión en el último año, sin embargo,

el 24.4% había presentado 1 o 2 lesiones, el 18.8% 3-4 lesiones, y el 16.7% 5 o más lesiones (Jacobson et al., 2005).

En la población evaluada, de los 12 participantes que usualmente practican la posición de base, el 83.3% ha presentado lesión. El 100% de las *flyer* (n=6) ha presentado lesión, y el 75% de los *spotters* (n=8) se ha lesionado previamente. Teniendo en cuenta esta población diferenciada por posición no se encuentra diferencia significativa ($p=0.433$; Pearson χ^2) para presentar lesiones. Teniendo en cuenta que la mayoría de las lesiones se presentaron en los miembros inferiores, se podría sospechar que las *flyers* al tener mayor riesgo de caída desde alturas, podrían tener mayor riesgo de presentar lesiones, aún así, en nuestra población no encontramos diferencia significativa.

Considero que en Colombia es necesario realizar un programa de prevención de lesiones y seguimiento de estas, ya que un buen porcentaje de los porristas en nuestro país ha presentado lesiones, e incluso en más de una ocasión, además comparando con el estudio de Jacobson que el porcentaje que no ha presentado lesión es mayor que lo encontrado en Colombia, lo que podría estar asociado a como encontró Ávila a que las condiciones del lugar de entrenamiento no son adecuadas (Ávila, 2015).

La región del cuerpo con mayor compromiso por las lesiones en nuestra población fueron los miembros inferiores, en el 73% seguido de los miembros superiores en el 18%. En su estudio Ávila identificó también mayor compromiso de los miembros inferiores (59.26%), seguido de los miembros superiores (22.22%) (Ávila, 2015). Schulz realizó un estudio en porristas competitivos, encontrando en un 45.5% lesiones que comprometía los miembros inferiores, y miembros superiores en un 22.4% (Schulz et al., 2004). En el estudio de Hardy, en el cual se evaluaba los tipos de lesiones encontradas en una población de porristas de nivel escolar; la región del cuerpo más comúnmente lesionada fueron los miembros superiores (36%), seguido de la cabeza y cuello (29%) y los miembros inferiores en el 26% (Hardy et al., 2017). Shields en su estudio prospectivo realizado en porristas pertenecientes a los clubes competitivos de Estados Unidos, identificó mayor compromiso de los miembros inferiores (30%), y de los miembros superiores en el 21% (Shields & Smith, 2009), y en otro de sus estudios el cual evaluaba las lesiones relacionadas con las elevaciones en deportistas de clubes competitivos, colegios, preparatorias y practicantes

recreativos; encontró compromiso de los miembros inferiores en el 21.9%, con el mismo porcentaje de compromiso en el tronco, seguido de 19.2% compromiso de la cara y 17.5% de los miembros superiores (Shields et al., 2009), lo que podría reforzar la sospecha de que las lesiones de miembros inferiores pueden estar relacionadas también con las caídas desde alturas.

La zona anatómica específica más frecuentemente comprometida por la lesión en nuestra población fue la rodilla en el 45.45% de la población, siguiendo con el tobillo en el 18.18%, el hombro en el 9.09%, el antebrazo en un 4.55%, al igual que codo, columna lumbar, muslo y pierna. Ávila identificó cifras similares, con compromiso más frecuentemente de rodilla en el 33.33%, tobillo en el 25.93%, mano en el 11.11%, tanto la cabeza como el tronco y codo tienen un 7.41% de compromiso, seguidos de hombro en 3.7% (Ávila, 2015), donde las diferencias de porcentajes también puede ser explicado por el tamaño de la muestra.

En 1997 ya se estaba describiendo sobre lesiones y la frecuencia del compromiso de los miembros inferiores; Hutchinson describió en el caso de porristas de nivel escolar se encontraba en un 22% compromiso del tobillo, seguido de la rodilla en un 15%, la mano en un 13% y el hombro en un 12% (Hutchinson, 1997). Marolde en su estudio realizado en porristas que compitieron en el campeonato Nacional de Brasil del 2016, identificó que las lesiones presentaban más frecuentemente compromiso de la muñeca (14.8%), seguido del tobillo (11.3%), la mano/dedos (9.1%), el muslo (8.3%) y el hombro (8.3%) (Marolde et al., 2021). Currie realizó un estudio recopilando datos de atletas escolares, dividiéndolos en lesiones en competencia, exhibiciones y entrenamiento, identificando que durante los entrenamientos las zonas más comprometidas por lesiones fueron; cabeza y cara en el 41%, tobillo en el 11.4%, la mano en el 9.4%, la rodilla en el 6.2%. Teniendo el miembro inferior compromiso del 24.4% de las lesiones identificadas en esa población (Currie et al., 2016).

Considero que esta diferencia puede ser debida a la falta de experiencia en atletas más jóvenes, donde durante las elevaciones pueden tener menor técnica en las recepciones de las flyers, o también puede deberse a que las habilidades gimnásticas de los niveles 5 y 6 pueda tener mayor dificultad, y en nuestro país las condiciones de los sitios de entrenamiento no ser tan buenas.

Shields identificó en el 2009 un mayor compromiso del tobillo en el 16%, y la rodilla en el 9% (Shields & Smith, 2009). Schulz en el 2004 identificó dentro de las 5 zonas más frecuentes de lesión en los porristas era el tobillo en el 23.6%, la rodilla en el 10.7%, la cabeza en el 8%, la espalda en el 7.8% y el antebrazo/muñeca en el 7.1%(Schulz et al., 2004). En el caso de Xu y colaboradores identificó mayor compromiso del tobillo (11%), y rodilla (9.5%), seguido de la muñeca (7.2%) y el codo (4.4%) (Xu et al., 2021).

Comparando con estos datos existentes podríamos considerar que en general nuestra población se comporta de forma similar a otros estudios, debido a que los miembros inferiores que tienen una frecuencia importante de lesión, siendo la rodilla y el tobillo unas de las zonas mayormente comprometidas, de donde podríamos extrapolar que sin importar el nivel de competencia de los atletas evaluados, son los miembros inferiores el área con mayor compromiso de lesión y para ello sería necesario generar un plan preventivo para disminuir su incidencia.

Los tipos de diagnósticos identificados en nuestra población tienen un porcentaje mayor a nivel de los esguinces, seguidos de las fracturas, y lesiones tendinosas. Ávila encontró también con mayor frecuencia los esguinces (42.9%), seguido de los desgarros musculares (17.9%), y las fracturas y tendinitis (10.7% cada una) (Ávila, 2015). Hardy y colaboradores en su estudio encontraron que los tipos de lesiones predominantes fueron esguinces de ligamentos y distensiones musculares (28%), lesiones de tejidos blandos (22%), fracturas (16%) y heridas superficiales (12%), además encontrando conmociones en el 4% de los casos (Hardy et al., 2017). Schulz identificó que los tipos de lesiones más frecuentes eran los esguinces en el 32.9%, las fracturas en el 17.3%, las lesiones musculares en el 25.4%, y las abrasiones en el 12.2%, las conmociones cerebrales la presentaron el 6.3% de la población (Schulz et al., 2004). Currie en su estudio realizado en porristas de categoría colegial, obteniendo la información de la base de datos de reporte de lesiones en los colegios; encontró que el diagnóstico más frecuente fueron las conmociones, en el 31.1%, seguido de los esguinces ligamentarios (20.2%), las lesiones musculares (14.2%) y las fracturas en el 10.3% (Currie et al., 2016).

Teniendo en cuenta estos hallazgos, podemos ver que en nuestra población al igual que otros estudios, el diagnóstico más común son los esguinces ligamentarios. En nuestro caso las lesiones musculares no fueron tan frecuentes como el caso de Ávila y Schulz. Llama la atención en el caso de los datos que encontramos en Colombia no encontrar la conmoción cerebral, teniendo en cuenta que los estudios extranjeros descritos lo tienen presente como diagnóstico, incluso Currie indica es el diagnóstico más frecuente, y previamente se ha encontrado que el porrismo es el deporte con mayor tasa de conmociones, seguidas del fútbol americano (Brenner et al., 2012) (Caine et al., 2006). Esto podría indicar que no se está presentando en la población colombiana, o que no se está diagnosticando adecuadamente, lo cual es un escenario preocupante, teniendo en cuenta las posibles complicaciones secundarias en este diagnóstico. Considerando la falta de conocimiento acerca de este deporte y que Hardy encontró también asociación entre las lesiones y caídas al suelo desde las elevaciones como causa directa de las lesiones, podría deberse esto a falta de diagnóstico, por desconocimiento en los posibles mecanismo de lesión en esta población.

En ocasiones encontramos atletas que no asisten al médico o fisioterapeuta a causa de las lesiones deportivas, es importante que en nuestra población identifiquemos que el 81.82% de los que presentaron alguna lesión asistieron a consulta, y sólo el 4.55% de la población no realizó rehabilitación. Los días de entrenamientos perdidos en nuestra población tuvo una mediana de 21.5 días (RIC: 5-96 días), encontrando que muchos refieren no haber perdido entrenamientos, y otros perdieron incluso 432 entrenamientos. En el caso de los días de competencia perdidos vemos que en nuestra muestra la mediana fue de 1 día (RIC: 0-3), sin embargo, el rango va desde 0-30 días.

Currie en su estudio identifica en aquellos que se lesionaron durante entrenamiento el 34.3% de la población regresa a entrenamiento en menos de una semana, el 42.5% toma de 1-3 semanas, y el 23.2% se demora más de 3 semanas (Currie et al., 2016). Por su parte Schulz identificó en su población solo 14% toma más de 3 semanas para regresar al entrenamiento, 22.6% se demora 1-3 semanas, 7% una semana, con un 24.1% que demora menos de una semana, y solo el 2.1% manifiesta no haber perdido tiempo (Schulz et al., 2004).

En el estudio de Ávila el 56.1% de la población asistió al médico, el 12.2% no asistió, y del 31.7% no se tiene información. El 31.7% no realizó rehabilitación, adicionalmente aquellos que fueron incapacitados por el médico para la práctica deportiva solo el 36.6% de su población la cumplió a cabalidad. La población estudiada por Ávila refieren en el 19.4% de ellos retorno a la práctica deportiva a los 5 días o menos, y el 26.8% reiniciaron entre 7-30 días después de la lesión (Ávila, 2015). Encontramos como limitante en el caso de nuestra población que, aunque si se identifica que la mayoría de los atletas asiste a rehabilitación, aún así, no se puede asegurar haber completado la rehabilitación, y tampoco tenemos datos de si fueron incapacitados, y en dado caso si cumplieron dicha incapacidad médica, lo cual sería información a tener en cuenta en próximas investigaciones. Los días perdidos de entrenamiento no fueron especificados por Ávila, pero vemos que cerca de un tercio de la población no cumplió la incapacidad, y cerca del 20% había reiniciado los entrenamientos a la semana. Respecto a los días perdidos de competencia cerca de la mitad de nuestra población manifestó no haber perdido competencia, los que nos lleva a considerar que algunos se encontraban en competencia con alguna lesión. Podemos ver que en los estudios realizados por Currie y Schulz un alto porcentaje de las personas regresan en menos de una semana, lo cual no es claro si es debido a que cumplieron el tiempo de incapacidad requerida, o retornaron tempranamente.

Es necesario fortalecer en estos deportistas la educación a este respecto tanto en atletas como entrenadores, debido a que esto puede llevar a desenlaces más complicados cuando las personas no cumplen las incapacidades médicas, o continúan entrenando y compitiendo a pesar de no encontrarse en condiciones para esto.

5.2 Salto vertical

Se realizaron dos pruebas de salto vertical: El salto contramovimiento (CMJ) y el drop jump (DJ). Elegimos algunas variables las cuales previamente se han valorado en otros deportistas como parte del monitoreo de la fatiga y del rendimiento neuromuscular. Cohen y colaboradores, por ejemplo, encontró diferencias en las duraciones de las fases excéntricas y concéntricas en atleta lesionado (rodilla), comparado con atletas sanos, al

igual que diferencias en las asimetrías en los lesionados, comparado con los atletas que se han rehabilitado (Cohen et al., 2020). Se presentaron los resultados diferenciados por género y posición durante la rutina.

Es necesario tener en cuenta que no se tiene conocimiento de datos previos publicados del perfil neuromuscular en una población de porristas. Hasta la fecha, según lo encontrado en la búsqueda bibliográfica, este es el primer estudio de este tipo a nivel nacional, por lo que es necesario realizar las comparaciones con datos encontrados en otros deportes de conjunto, o que requieran habilidades específicas similares, como por ejemplo la gimnasia.

5.2.1 CMJ

En nuestra población encontramos en el CMJ una altura de salto (JH) promedio de 31.67 cm (DE 5.59 cm). Las mujeres tienen una altura del salto media un 25.78% menor que la de los hombres, con una diferencia estadísticamente significativa en los promedios de la altura del salto de los hombres y las mujeres ($p=0.0000^+$). El desempeño de esta variable diferenciado según posición tuvo una diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.0294^{++}$), en donde se encuentra la diferencia significativa entre las bases y las *flyer* ($p=0.037$), donde las *flyer* tienen unos resultados 20.62% menor.

Al comparar los hallazgos nuestra valoración con los encontrado por Laffaye en su estudio con atletas profesionales de deportes de conjunto, que incluían baloncesto, fútbol, vóleybol, baseball, entre otros, donde el promedio en su muestra fue de 52.44 cm (DE 9.9 cm), las mujeres tuvieron una media de 42.6 cm (DE 6.3 cm), y los hombres 57.9 cm (DE 7 cm), vemos que los resultados de nuestra muestra son cerca de 20 cm inferior en la muestra total, 15 cm inferior en los promedios en las mujeres, y 21 cm en los promedios de los hombres (Laffaye et al., 2014), y aunque la población de estudio incluida en este estudio es bastante heterogénea, las diferencias podría explicarse por diferencias en las propiedades estructurales del músculo, teniendo en cuenta las dimensiones y arquitectura muscular que puede influir en la producción de fuerza y efectividad del salto, (Abian et al., 2008) además de una mayor preparación teniendo en cuenta que nuestra población se consideraría amateur.

Jiménez realizó una medición en futbolistas semiprofesionales en los cuales no se encuentra tanta diferencia en la altura obtenida con nuestra población, en este caso solo incluían hombres, quienes tuvieron un promedio de 34.54 cm (DE 11.86), lo que podría generar la sospecha de que la diferencia encontrada puede estar correlacionada con la preparación, ya que los atletas de este estudio no son profesionales, al igual que los de nuestra muestra (Jimenez et al., 2008).

Centeno en su tesis doctoral realizó una valoración de saltos verticales en diferentes atletas competitivos de diferentes clubes de Andaluz, donde incluyó algunos gimnastas, el promedio de la altura del salto en los hombres gimnastas es de 26.11 cm (DE 7.20 cm), y en las mujeres fue de 22.35 cm (DE 5.32 cm), donde vemos que en el caso de esta variable, nuestra población tiene resultados un 27.37% mayor en el caso de los hombres, y 16.22% mayores en el caso de las mujeres (Centeno, 2013).

La fuerza media concéntrica (CMF) media fue de 1176.38 N (DE: 163.50 N) en nuestra población, las mujeres tienen promedio 24.42% menor que el encontrado en los hombres, con una diferencia estadísticamente significativa en los promedios de CMF de los hombres y las mujeres ($p=0.0000^+$). El desempeño de esta variable diferenciado según la posición en la rutina tiene una diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.0184^{++}$), en donde se encuentra la diferencia significativa entre los *spotters* y las *flyer* ($p=0.018$), donde los *spotters* tienen un promedio 7.82% mayor.

Heishman realizó un estudio de rendimiento del CMJ en jugadores de baloncesto de colegio, encontrando una CMF promedio de 878.4 N (DE 41 N) (Heishman et al., 2019). Prasetya en un estudio que realizó en atletas recreativos de Kick Boxing encontró un promedio de 677.44 N (DE 149.6 N) (Prasetya et al., 2022). Donde podemos ver que en el caso de esta variable nuestra población tiene un mejor desempeño, comparado con estudios en otros deportes, superando el promedio en el caso del estudio en atletas de Kick Boxing en cerca de 500 N, de donde podríamos extraer una posible diferencia en el rendimiento en esta variable entre los deportes, puede corresponder con la preparación, teniendo en cuenta que los atletas en estos estudios son de colegio, y recreativos, o puede

relacionarse con la especificidad de desarrollo de la fuerza dependiente del deporte, adicionalmente con la preparación de los atletas.

CMP promedio en nuestra muestra fue de 1584 W (DE 323.68 W), en las mujeres el promedio fue 30% menor al de los hombres, teniendo una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0000^+$). Diferenciándolos por posición durante la rutina, se encuentra una diferencia estadísticamente significativa en los promedios ($p=0.0217^{**}$), en donde se encuentra la diferencia significativa entre los *spotters* y las *flyer* ($p=0.036$); los *spotters* tienen un promedio 25.1% mayor, y además también hay diferencia significativa entre las bases y las *flyer* ($p=0.036$); donde las bases tienen un mayor promedio, en un 22.7%.

Heishman y colaboradores en su estudio identificó en jugadores de baloncesto colegial un promedio de 2554.6 W (DE 58.3 W) para la CMP (Heishman et al., 2018). Legg en su estudio realizado en mujeres practicantes de baloncesto competitivo en categoría junior y juvenil, realizado en medio de una temporada identificó CMP media 3129 W (DE 422 W) (Legg et al., 2017). Adicionalmente Cormack quien realizó su estudio en atletas de fútbol no profesional identificó una CMP de 765 W en promedio (DE 52 W) (Cormack et al., 2008). Encontramos en la literatura valores que presentan diferencias amplias, con unos datos de nuestra población mayores respecto a los practicantes de futbol, y menores comparado con los practicantes de baloncesto. Podría corresponder esta diferencia a especificidad del deporte, aunque los tres grupos se trata de deportes de conjunto que requieren cambios de velocidad, aceleración y dirección súbitos, es posible que sea diferenciado por el tipo de población, teniendo en cuenta son categorías de base, y no profesionales.

La Ecc B RFD promedio encontrada en nuestra población fue 3973.88 N/s (DE: 1356.71 N/s). Donde las mujeres tienen un promedio 23.6% menor al promedio de los hombres, con una diferencia estadísticamente significativa en los promedios de los hombres y las mujeres ($p=0.0396^+$). El desempeño de esta variable diferenciado según posición sin encontrar diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.5721^{+++}$).

Laffaye en su estudio encontró una Ecc B RFD promedio de 4450 N/s (DE 2200 N/s) para su población, en las mujeres el promedio fue 3260 N/s (1730 N/s), y los hombres tuvieron una media de 5120 N/s (DE 2180 N/s) (Laffaye et al., 2014). Por su lado Heishman en su

estudio del 2018 realizado en jugadoras de baloncesto universitario, identificó un valor promedio de 5107.8 N/s (DE 1126.3 N/s) (Heishman et al., 2018) y en su estudio publicado en 2019 encontró un promedio para esta variable de 2578.4 N/s (DE 618 N/s) (Heishman et al., 2019).

Comparado con la población de nuestro estudio, las mujeres tienen potencias similares a las encontradas por Laffaye, pero los promedios de los hombres son inferiores, al igual que los promedios de la población sin diferenciarse por sexo, diferencia en resultados que puede ser explicada por las poblaciones de los estudios donde incluían diferentes deportes, donde además los atletas son profesionales. Adicionalmente encontramos en los estudios de Heishman una diferencia del 44.6% en los promedios a pesar de incluir poblaciones de características similares, puede ser explicado por la preparación previa y experiencia de las poblaciones.

En cuanto a la EccMF encontramos un valor promedio de 626 N (DE: 84.45 N); en las mujeres la media fue 13.81% menor a la de los hombres, existiendo diferencia estadísticamente significativa entre los dos géneros ($p=0.0016^+$). Diferenciado los promedios por posición, hay diferencia estadísticamente significativa en los promedios ($p=0.0045^{++}$); en donde la diferencia se encuentra entre los *spotters* y las bases ($p=0.047$), en los *spotters* hay un promedio 10.1% mayor. Adicionalmente también hay diferencia significativa entre los *spotters* y las *flyers* ($p=0.006$), encontrando en las *flyers* un promedio menor en un 19.39%.

En uno de sus estudios Heishman encontró una EccMF promedio de 882.6 N (DE 4.6 N) (Heishman et al., 2018). Por otro lado Prasetya y colaboradores encontraron una media de 1187.94 N (DE 250.34 N) (Prasetya et al., 2022). En los dos casos cifras superiores a lo encontrado en nuestra población, tanto en la muestra general como divididos por sexos, lo que podría corresponder a una falta de entrenamiento de fuerza de nuestra población, teniendo en cuenta que también eran menores los resultados en la fuerza media concéntrica.

La EccMP promedio fue de 425.34 W (DE: 87.27 W), encontrando una diferencia estadísticamente significativa entre los géneros ($p=0.0004^+$) siendo la media de los

hombres un 22.32% mayor. En la diferenciación según posición no hay diferencia estadísticamente significativa según la posición ($p=0.0750^{**}$). Comparando con lo encontrado por Heishman; promedio de 507.5 W (DE 71.8 W), nuestros atletas tienen menor potencia excéntrica media en un 16.18% (Heishman et al., 2018).

La profundidad del salto (CMD) promedio fue de 35.81 cm (DE: 6.57 cm), existiendo diferencia estadísticamente significativa según género ($p=0.0045^{+}$), siendo mayor la profundidad de los hombres en un 16.74%. El desempeño de esta variable según no tiene diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.1310^{**}$). Lo que representa que a pesar de que las mujeres generan menores cantidades de fuerza, utilizan el comportamiento viscoelástico muscular seguramente de forma menos efectiva, reclutando menor cantidad de unidades motoras.

Harper en su estudio realizado en deportistas competitivos universitarios; siendo competitivo pero no de alto rendimiento; en su estudio dividió los resultados en aquellos que tenían alto o bajo impulso de frenado horizontal (HBI; *horizontal braking impulse*), encontrando en aquellos que tenían alto HBI un CMD promedio de 33.4 cm (DE 5.7 cm), y los que tenían bajo HBI tienen una media de 30.1 cm (DE 8.2 cm) (Harper et al., 2020), lo que podría indicar que aquellos que tienen un menor impulso de frenado horizontal y menor profundidad del salto tienen menos altura también, lo que indica que una mayor profundidad está relacionada con mayor efectividad en el reclutamiento de unidades motoras.

Por otro lado Markovic y colaboradores en su estudio realizado en estudiantes universitarios físicamente activo; encontraron CMD promedio en 29.9 cm (DE 5.6 cm) (S. Markovic et al., 2014). Comparando estos hallazgos podemos ver que en general, nuestra muestra presenta CDM mayores, y altura del salto menor, lo que podría corresponder a menor eficiencia y capacidad de reclutamiento de unidades motoras.

Se encontró que la Ecc Des RFD Asy en la mitad de los participantes no era significativa, es decir asimetría menor al 10%; al extraer aquellos que no habían presentado lesiones en los miembros inferiores no se encontró asimetrías significativas hacia la derecha, en el 56.25% no se encontró asimetrías significativas, por lo que no se encontró asociación estadísticamente significativa según si habían presentado lesiones de los miembros

inferiores, ya fuese derecho, izquierdo o bilateral ($p=0.982$; Pearson χ^2). Encontrando que aquellos que habían presentado asimetrías hacia la derecha de hasta el 18.5%, no es secundario al antecedente de lesión.

La CMF Asy era menor al 10% en el 96.15% de la población estudiada, sin encontrarse alguna diferencia estadísticamente significativa en aquellos que presentaron previamente lesiones de los miembros inferiores. En el caso de CPF Asy, aquellos que presentaron asimetría mayor del 10% fueron únicamente el 11.54% de la muestra, y la presentaban hacia la derecha, por lo que no se encontró ninguna asociación estadísticamente significativa en aquellos que tenían el antecedente de lesión de los miembros inferiores.

La EccMF Asy se encontró que un poco más de la mitad de la población presentaba asimetría hacia la derecha, los valores de aquellos que presentan asimetría hacia la derecha se encontró un máximo de 27.2%, hacia la izquierda el valor máximo encontrado fue del 12.3%, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de la asimetría hacia la derecha e izquierda ($p=0.0157$), siendo los de la izquierda menores en un 14.9%. No existe asociación significativa entre las asimetrías para esta variable y tener el antecedente de lesión de miembros inferiores ($p=0.460$; Pearson χ^2), sin embargo, llama la atención que aquellos en el 57.14% de aquellos que habían presentado lesión del miembro inferior izquierdo, presentan una asimetría hacia la derecha, lo que podría deberse a falta de fortalecimiento en el miembro inferior lesionado.

La asimetría en EccPF no fue significativa en el 69.23% de la muestra, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedio encontrados de asimetría hacia la derecha o izquierda ($p=0.0628$). Al incluir únicamente aquellos que refirieron antecedente de lesión a nivel de los miembros inferiores el 75% no presentan asimetría mayor al 10%, por lo que no hay asociación estadísticamente significativa en aquellos que habían presentado lesión de miembros inferiores y su asimetría ($p=0.282$; Pearson χ^2).

Al analizar la asimetría PLandF encontramos que el 50% de los participantes no presentan una asimetría significativa, sin embargo, identificamos valores de asimetría hacia la derecha hasta del 37.3%, y en asimetría hacia la izquierda del 19.9%. Encontrando

diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedio de asimetría hacia la derecha e izquierda ($p=0.0487$), siendo hacia la derecha mayores. Al incluir únicamente los datos de los que habían presentado lesiones de miembros inferiores, no se encuentra asociación estadísticamente significativa entre esta asimetría y haber presentado lesión de miembros inferiores ($p=0.282$; Pearson χ^2), sin embargo, se puede ver la tendencia, debido a que aquellos que habían presentado lesión del miembro inferior izquierdo, el 71.43% presenta asimetría hacia la derecha. Similares hallazgos hay en el caso de la tasa de desarrollo de la fuerza (Land RFD Asy) en el aterrizaje, teniendo en cuenta que aquellos con antecedente de lesión a nivel del miembro inferior izquierdo; el 71.43% presentaron asimetría de más del 10% hacia la derecha, sin una asociación estadísticamente significativa ($p= 0.083$). No obstante, puede representar que en los aterrizajes se está generando mayor fuerza y a mayor velocidad a nivel del miembro inferior no lesionado, puede ser secundario a falta de adecuada rehabilitación del lado lesionado.

5.2.2 DJ

En nuestra población encontramos en el DJ un índice de fuerza relativa (RSI) promedio de 1.93 (DE 0.54), sin encontrar diferencias significativas en los promedios de estos valores diferenciado por género ($p=0.2175^+$), ni tampoco diferenciado por género existe diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.8614^{++}$). Flanagan valoró atletas profesionales de la primera división de la NCAA de fútbol americano, encontrando unos valores de RSI de 0.989 en promedio (Flanagan et al., 2008). Beattie en su valoración de atletas de rugby junior identificó como valor promedio 1.79 (DE 0.2) (Beattie & Flanagan, 2015). Donde podemos ver que los valores de nuestros atletas tienen valores superiores a los de fútbol americano y rugby. Adicionalmente se ha descrito que el valor entre 1.5-2 es bueno, pero mayor a 2 es muy bueno, teniendo en cuenta que se correlaciona con que el atleta esta capacitado para realizar cambios de contracción excéntrica a concéntrica rápidamente (Suchomel et al., 2015).

La PTakeoff Acc promedio encontrada en nuestra población fue 37.75 m/s^2 (DE 12.54 m/s^2), sin encontrar diferencia estadísticamente significativa según género ($p=0.2342^+$), ni tampoco según posición durante la rutina ($p=0.8678^{++}$).

En la variable JH DJ el promedio de nuestra población no tiene diferencia estadísticamente significativa según género ($p=0.0657^+$), o posición durante la rutina ($p=0.3618^{++}$). Jidovtseff encontro en su estudio que eran atletas recreativos una altura promedio de 42 cm (DE 6 cm) (Jidovtseff et al., 2014), siendo un 49,61% mayor respecto a lo encontrado en nuestra población. Por otro lado Bridgeman evaluó atletas de rugby competitivo encontrando como promedio de altura del salto 41.4 cm (DE 7.8 cm) (Bridgeman et al., 2020), siendo mayor que el de nuestra muestra.

Mc Mahon evaluó personas que realizaban actividad física, pero no eran competitivos se encontró una altura promedio del salto de 28 cm (DE 7 cm) (McMahon et al., 2021). Comparando estos hallazgos identificamos que la población de porristas evaluados tiene un rendimiento menor en la altura de este salto, y esto llama la atención teniendo en cuenta que este salto se realiza de forma muy similar a la técnica requerida en la gimnasia, lo que podría indicar que nuestra población requiere entrenamientos para mejorar reflejo miotático, y su efectividad, ya que son resultados incluso menores comparados con atletas recreativos.

En cuanto al tiempo de contacto (Contact T) encontramos un valor promedio de 0.231 s (DE: 0.07 s); sin tener diferencia estadísticamente significativa entre los dos géneros ($p=0.8369^{+++}$). Diferenciado según posición tampoco evidenciamos diferencia estadísticamente significativa en los promedios ($p=0.8306^{+++}$). Otros estudios como el de Jidovtseff encuentran en el tiempo de contacto como promedio 0.25 s (DE 0.06 s) (Jidovtseff et al., 2014); Torres en su valoración donde incluye jugadoras de voleibol amateur; identificó un tiempo de contacto de 0.392 s en promedio (DE 0.045 s) (Torres-Banduc et al., 2021), y otro estudio realizado por Jidovtseff en personas que realizan actividad física de forma regular, pero que no son competitivos tienen un tiempo de contacto de 0.181 s (DE 0.010 s) (Alkjaer et al., 2013).

Al comparar los resultados con nuestros porristas son muy similares a los estudios encontrados en los que se evalúa el tiempo de contacto. Teniendo en cuenta como previamente se dijo, esta variable nos da información acerca del reflejo miotático (Rodríguez-Zárate et al., 2018), el cual es al parecer muy similar a los otros estudios, sin

embargo, la altura del salto es considerablemente menor, podría deberse a falta de efectividad en el reclutamiento motor de nuestra población.

PImF promedio en la muestra fue de 2867.34 N (DE 792.33 N), teniendo una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0396^+$); siendo el promedio de los hombres superior en un 17.51%. Diferenciándolos según posición no encontramos una diferencia estadísticamente significativa en los promedios según la posición ($p=0.1417^{**}$).

Al evaluar el Ac Stiff promedio de 24573.86 N/m (DE 12201.67 N/m), no encontramos diferencias significativas en los promedios de estos valores diferenciado según género ($p=0.1512^+$). El desempeño de esta variable según las posiciones durante la rutina no se identificó diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las diferentes posiciones ($p=0.6435$). El stiffness fue valorado por Giatsis en jugadores de voleibol tanto en una superficie rígida, como en arena; encontrando en la superficie rígida, la cual nos funciona para comparar con nuestra muestra una media de 11.6 kN/m (DE 4.0 kN/m) (Giatsis et al., 2022).

Por otro lado Arampatzis al evaluar atletas decatletas, estudiaba la diferencia del stiffnes en diferentes alturas de los saltos DJ; encontró que el promedio a 40 cm de altura fue de 27.55 kN/m (DE 7.92 kN/m) (Arampatzis et al., 2001). Sugimoto evaluando atletas de semifondo; identifico como la media 18.5 kN/m (DE 4 kN/m). Podemos identificar que los valores promedios de nuestra población son superiores a dos de los estudios previos, lo que podría indicar que la respuesta de la pierna a las fuerzas de reacción del suelo, se encuentra dentro de los rangos habituales, sin embargo las fuerzas obtenidas no se comportan igual, por lo que podríamos pensar que es necesario trabajar para que las contracciones sean más efectivas en la generación de fuerzas.

En la variable CMF DJ el promedio de nuestra población fue de 1710.38 N, identificando una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0069^+$) diferenciado según el género, siendo el promedio de los hombres superior en un 16.35%. Al caracterizar los resultados según posición no se encuentra diferencia estadísticamente significativa en los promedios ($p=0.1028^{**}$).

Dobbs en su valoración de jugadores de rugby recreativo identifica como promedio de CMF DJ 2749 N (DE 399.6), siendo valores de casi el doble de lo encontrado en nuestra población (Dobbs, 2015), lo cual llama la atención, teniendo en cuenta que este tipo de movimiento es el que se realiza frecuentemente en los movimientos gimnásticos, por lo que se habría esperado valores más similares a otros deportistas. Sin embargo en el estudio de Tsarouchas en su estudio donde incluyó atletas competitivos de clavados, identificó valores muy similares a los de nuestra población; con una media de 1558 N (DE 479 N), lo que podría indicar que esta diferencia puede correlacionarse con especificidad del deporte, ya que algunos de los elementos realizados por estos clavadistas son similares a algunas habilidades realizadas por los porristas (Tsarouchas et al., 1994).

En cuanto a CMP DJ encontramos un valor promedio de 5891.19 W, identificando diferencia estadísticamente significativa entre los dos géneros ($p=0.0111^+$), siendo el promedio de los hombres mayor en un 16.14%. Diferenciándolo según posición no encontramos diferencia estadísticamente significativa en los promedios de las tres posiciones ($p=0.1527^{++}$). Makaruk en su estudio realizado en atletas de recreativos, identificó como media de la potencia 4981 W (DE 387 W) (Makaruk et al., 2010). Siendo unos valores de casi 1000 W inferior a los encontrados en nuestra muestra, lo que puede ser explicado por mayor preparación, así nuestra muestra incluya atletas amateur.

La variable Landing RFD media en nuestra muestra tiene diferencia estadísticamente significativa según género ($p=0.0017^{+++}$), con diferencia en un 39.78%. El rendimiento de esta variable según posición durante la rutina tiene diferencias estadísticamente significativas en los promedios de las tres posiciones ($p=0.0445^{+++}$) siendo mayor el de la posición *Spotter*, teniendo una media mayor en un 52% comparado con las *flyers*, y 18% comparado con las bases. Makaruk en su estudio valorando atletas de salto encontró como promedio de Landing RFD 94000 N/s (DE 17000 N/s) (Makaruk et al., 2010). Fatahi identificó en su estudio en jugadores de voleibol junior competitivos un promedio de 66800 N/s (DE 22400 N/s) (Fatahi et al., 2021). Evidenciando que los valores de nuestra población en la tasa de desarrollo de la fuerza es inferior a los estudios encontrados donde evalúan esta variable, lo que puede indicar que a esta población de porristas se le puede mejorar la efectividad en el desarrollo de la fuerza.

Hemos identificado en nuestra población que la DL RFD Asy en el 30.77% de los participantes no era significativa al incluir toda la muestra, al extraer aquellos que no habían presentado lesiones en los miembros inferiores el 37.50% no presentan asimetrías significativas, 37.50% presento asimetría hacia la izquierda y 25% hacia la derecha. Sin encontrarse una asociación estadísticamente significativa según si habían presentado lesiones de los miembros inferiores, ya fuese derecho, izquierdo o bilateral ($p=0.222$; Pearson χ^2). Sin embargo, evidenciamos que el 42.86% de los que habían presentado lesión en el miembro inferior izquierdo presentan asimetría hacia la derecha, y el 57.14% de los que habían presentado lesión en el miembro inferior derecho presentan asimetría hacia la izquierda, que, aunque no existe asociación estadísticamente significativa, podría considerarse que si hay una relación en esta variable.

Con relación a la variable Land RFD Asy DJ, era menor al 10% en el 46.15% de la población estudiada, con un valor máximo en la asimetría derecha de 40.8% y en la asimetría izquierda de 25.3%, sin diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedios de asimetría hacia la derecha o izquierda ($p=0.0764$). Tampoco se identifica alguna asociación estadísticamente significativa en aquellos que presentaron previamente lesiones de los miembros inferiores ($p=0.629$; Pearson χ^2). En aquellos que habían presentado lesiones de los miembros inferiores, quienes tenían antecedente de lesión del derecho; el 28.57% tenían asimetría hacia la izquierda. De aquellos que se habían lesionado el miembro inferior izquierdo; el 28.57% presentaban asimetría hacia la izquierda en el 28.57%, es decir que en esta variable no hay asociación estadística, y tampoco encontramos tendencia como en la anterior variable.

La asimetría en PDLandF Asy no fue significativa en el 42.31% de la muestra, con valores máximos de asimetría hacia la derecha de 27.9% y hacia la izquierda de 39.4% sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre los valores promedio encontrados de asimetría hacia la derecha o izquierda ($p= 0.9587$). Al incluir únicamente aquellos que refirieron antecedente de lesión a nivel de los miembros inferiores el 37.50% no presentan asimetría mayor al 10%; el 57.14% de los que había presentado lesión del miembro inferior derecho tienen asimetría hacia la izquierda, y el 42.86% de los que había presentado lesión del lado izquierdo presentan asimetría hacia la derecha, encontrando una relación. Aún así, no hay una asociación estadísticamente significativa entre en lado comprometido por la lesión y el lado de la asimetría ($p=0.222$; Pearson χ^2).

Respecto a PLandF Asy, el 50% de la población no presentaba asimetrías significativas, y los valores máximos son menores a las anteriores variables, siendo hacia la derecha el máximo en 23%, y hacia la izquierda el 19.7%, sin existir diferencia estadísticamente significativa entre los valores de estas asimetrías ($p=0.4979$). En las asimetrías de aquellos que habían presentado lesiones de miembros inferiores identificamos que el 56.25% no presentan asimetría mayor al 10%, no hay una asociación estadísticamente significativa entre el lado comprometido por la lesión y el lado de la asimetría ($p=0.777$; Pearson χ^2).

Hay que tener en cuenta que los resultados de este estudio no se pueden generalizar a todos los porristas, debido a que el tamaño de muestra es limitado, el estudio incluye únicamente atletas de un centro deportivo, lo que podría explicar que algunas variables no alcanzaran la significancia estadística, sino solamente una tendencia. Adicionalmente dentro de los aspectos relacionados con las lesiones deportivas, hubiera podido investigarse con mayor profundidad aspectos como el mecanismo de lesión, y momento la planificación (Acumulación, Transformación, Realización). Sin embargo, es de resaltar que es un estudio que funciona como línea de base para conocer características de este tipo de atletas, teniendo en cuenta que es la primera investigación realizada en porristas colombianos, es un estudio prospectivo, con metodología sólida y estandarizada, donde se realizaron mediciones repetidas y con unas instrucciones apropiadas a los participantes.

6. Conclusiones

Dentro de lo encontrado en nuestra investigación en porristas de Bogotá, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre las alteraciones de asimetría del perfil neuromuscular y las lesiones deportivas en los porristas de la ciudad de Bogotá, lo que puede estar limitado por la población incluida, la cual es reducida.

En relación con los antecedentes de lesiones deportivas el área del cuerpo más frecuentemente comprometida fueron los miembros inferiores, muy similar a lo encontrado en porristas en otros países.

La zona anatómica mayormente comprometida en nuestra población fue la rodilla, seguido del tobillo, siendo diferente a lo que la literatura muestra, teniendo en cuenta que se ha identificado mayor frecuencia del tobillo respecto a la rodilla.

Los diagnósticos más comunes fueron los esguinces ligamentarios, no fueron muy frecuentes las lesiones musculares, y no se identificaron conmociones, lo que puede estar limitado en la opción de diagnóstico, teniendo en cuenta que se interrogó más a profundidad sobre la última lesión presentada.

Los días de competencia perdidos tuvo una mediana fue de 1 día, y muchos de los participantes manifestaron competir lesionados, por lo que es necesario fortalecer la educación de atletas y entrenadores en pro de mantener la salud de los participantes.

Las variables elegidas en el salto contramovimiento para evaluar y determinar los valores promedio en la población de porristas tuvo diferencia significativa por género en la altura del salto, la fuerza media concéntrica, la potencia media concéntrica, la tasa de desarrollo

de la fuerza de la desaceleración excéntrica, fuerza media excéntrica, potencia media excéntrica y profundidad del contramovimiento.

Las diferencias estadísticamente significativas en las variables del salto contramovimiento según posición se identificaron en la altura del salto, la fuerza media concéntrica, la potencia media concéntrica y la fuerza media excéntrica.

En las variables elegidas para valorar del *drop jump* se encontró diferencia estadísticamente significativa por género en la fuerza media concéntrica, potencia media concéntrica, la tasa de desarrollo de la fuerza en el aterrizaje y la fuerza pico de impacto.

En la diferenciación por posición, se encontró en el *drop jump* diferencia estadísticamente significativa únicamente en la tasa de desarrollo de la fuerza del aterrizaje.

En las variables valoradas del salto contramovimiento encontramos que tienen menor rendimiento respecto a otros estudios en mayoría, únicamente se identifica una fuerza concéntrica media mayor que la de otros estudios.

En el salto contramovimiento se identificó que, en la mayoría de las variables elegidas en las asimetrías, más de la mitad de la población no presentaba asimetrías significativas, es decir mayores al 10%, aunque había valores máximos en algunas variables bien amplios, sin encontrar diferencias significativas en los promedios de las asimetrías hacia la derecha o izquierda de estas.

En el *drop jump* se identificó que, había mayor presencia de asimetrías significativas, con valores máximos en algunas variables mayores al 20%, sin encontrar diferencias significativas en los promedios de las asimetrías hacia la derecha o izquierda de estas.

Las asimetrías identificadas en las variables del perfil neuromuscular de los saltos contramovimiento y *drop jump* no tienen asociación estadísticamente significativa con las antecedentes de lesiones de los miembros inferiores.

En el caso de las asimetrías de la fuerza pico en el primer aterrizaje, y la tasa de desarrollo de la fuerza del primer aterrizaje no tienen asociación estadísticamente significativa, sin embargo, si hay una tendencia en la relación entre el lado comprometido por la lesión y el lado hacia el cual hay asimetría.

Los datos obtenidos funcionan como punto de partida y comparación para futuros estudios que evalúen saltos verticales en porristas competitivos tanto a nivel nacional como internacional.

Este es el primer trabajo publicado donde se evalúe el perfil neuromuscular en porristas en Bogotá, y al parecer, en Colombia. La muestra reducida no permite realizar generalización de los resultados. Los resultados nos permiten extraer que es posible que los atletas se beneficien de entrenamientos en pro de aumentar la fuerza tanto excéntrica, como concéntrica.

Se requieren trabajos con mayor tamaño de muestra, y educación a los deportistas y entrenadores para que reconozcan las lesiones, sus consecuencias y la necesidad de que cumplan con el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación. El conocimiento del perfil neuromuscular nos permite hacer control biomédico del entrenando, y es una herramienta de fácil acceso. Este estudio es una herramienta util para futuros estudios.

A. Anexo: Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Interna

Especialidad Medicina del Deporte

Este formulario de consentimiento informado está dirigido a deportistas de porrista, mayores de edad y pertenecientes al club deportivo *Spirit All Stars*, quienes aceptan participar en el proyecto de investigación "Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical".

El objetivo del estudio es evaluar el perfil neuromuscular del tren inferior de porristas bogotanas mediante pruebas de saltabilidad relacionado con la presencia de asimetrías en los miembros inferiores.

Una vez se acepte la participación en el estudio, se diligenciará una encuesta donde encontrará preguntas relacionadas con datos sociodemográficos como edad, sexo, y antecedentes relacionados con lesiones deportivas.

Se realizará una valoración médica para determinar datos como peso y talla, y determinar si cursa con alguno de los criterios de exclusión tales como: dolor moderado a severo, inestabilidad articular de rodilla o tobillo, inflamación en alguna articulación de los miembros inferiores, haber consumido cafeína, sustancias psicoactivas, energizantes o tabaco el día de la valoración.

Para la determinación del perfil neuromuscular de los miembros inferiores se realizarán los test de salto vertical: Salto Contramovimiento (CMJ) y Drop Jump (DJ). Donde se pueden evaluar las características funcionales (alturas y potencias mecánicas de salto) y neuromusculares (aprovechamiento de la energía elástica y del reflejo miotático, resistencia a la fatiga) de la musculatura extensora de los miembros inferiores. Estas intervenciones se consideran de *riesgo mínimo* (las cuales son válidas para hacer un registro de datos con procedimientos comunes, no invasivos y consistentes en exámenes generales de la fuerza muscular y biomecánica) y la participación no generan ningún peligro. Sin embargo, se cuenta con la presencia de un médico, quien estará pendiente de atender cualquier accidente que se presente.

Durante el desarrollo del proyecto, el personal encargado de la investigación le dará respuesta a cualquier duda que tenga sobre los procedimientos, riesgos, beneficios propios del proyecto y otras dudas que se generen relacionadas con el tema.

En caso de encontrarse alguna anomalía en el examen físico, la cual sugiera patología, se le informará al participante los hallazgos y se le darán recomendaciones y se orientará para que realice una consulta por parte de su médico tratante. Las pruebas de salto vertical son una batería de test que evalúan variables relacionadas con el rendimiento neuromuscular, por lo que no se puede realizar un diagnóstico con esta.

Firma del consentimiento:

Yo _____ identificado con cédula de ciudadanía _____ de _____, actuando en nombre propio, declaro que he sido informado de todo lo concerniente a mi participación y a los procedimientos que se van a realizar durante el proceso de investigación mencionado; los he entendido y me han sido resueltas las dudas por la médica _____. Entiendo que esta participación es totalmente voluntaria y existe la posibilidad de retiro del estudio cuando yo lo considere necesario y que esto no afectará mis actividades en el club.

Tengo conocimiento de que la información suministrada a lo largo de todos los procedimientos no será empleada con un uso diferente al académico y la identidad será anónima cuando sean usados los resultados, así mismo podré presentar mis dudas o quejas con la investigadora principal, Diana Patricia Ayala Ardila (dpayalaa@unal.edu.co).

También se me ha informado que no obtendré ningún beneficio individual por mi participación en el estudio, pero podré conocer los resultados de mis pruebas y su significado.

Por lo anterior, doy mi consentimiento de participar en la investigación, para que me sean realizadas las pruebas: encuesta, valoración médica y pruebas de salto vertical.

Nombre participante: _____

Cédula: _____

Lugar de expedición: _____

Teléfono / celular de contacto: _____

Firma: _____

Testigo 1:

Nombre: _____

Firma: _____

Testigo 2:

Nombre: _____

Firma: _____

B. Anexo: Concepto aprobatorio del Comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia

Vicedecanatura de Investigación y Extensión
Facultad de Medicina
Sede Bogotá



Comité de Ética

B.FM.1.002- CE-060-22

Bogotá D.C., 26 de mayo de 2022

Estudiante

DIANA PATRICIA AYALA ARDILA

Departamento de Medicina Interna

Especialidad de Medicina del Deporte

Facultad de Medicina

Universidad Nacional de Colombia

Sede Bogotá

Ref. Evolución proyecto: "Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical".

Atentamente le comunico que el Comité de Ética en su sesión del día 26 de mayo de 2022 (Acta 009), luego de la revisión de los documentos al siguiente proyecto acordó emitir el respectivo concepto, así:

Versión	01
Nombre del proyecto	"Perfil neuromuscular del tren inferior en porristas de la ciudad de Bogotá, evaluado mediante análisis del salto vertical."
Responsable del proyecto	Diana Patricia Ayala Ardila
Dirigido por	los profesores Camilo Povea Combariza y Rodrigo Esteban Argothy
Presentado por	El profesor Jairo Antonio Pérez Cely, Director
Unidad Académica	Departamento de Medicina Interna Especialidad de Medicina del Deporte
Concepto	AVALADO

Vicedecanatura de Investigación y Extensión | Comité de Ética /Facultad de Medicina | Sede Bogotá

Universidad
Nacional
de Colombia

EL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE MEDICINA.
Se constituyó mediante la Resolución 152, (Acta No. 43 del 5 de diciembre de 1996) actualizado mediante resolución 008 (acta 03 de 27 de enero de 2011), de Consejo de Facultad el Comité de Ética de investigación, el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que estableció las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión del año 2000; y el código de regulaciones federales, título 45, parte 46, para la protección de los sujetos humanos, del departamento de salud y servicios humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (Junio 18 de 1991).

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- ✓ Carta de presentación del proyecto generada por la unidad básica o el departamento.
- ✓ Copia de la evaluación de los jurados o pares académicos que evaluaron y aprobaron el trabajo).
- ✓ Copia del proyecto completo de investigación.
- ✓ Resumen ejecutivo
- ✓ Copias del consentimiento informado (en español y cuando la investigación lo amerite).
- ✓ Hojas de vida resumidas de los investigadores y coinvestigadores del proyecto.
- ✓ Consideraciones éticas según resolución 8430 Ministerio de Salud.
- ✓ Resultados de evaluación por otros comités (si aplica).

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por los siguientes miembros del Comité:

- | | | |
|---|-------------------------|--|
| 1 | Alejandra Medina | Asesora Jurídica Facultad de Medicina |
| 2 | Campo Elías Robayo Cruz | Capellán de la Capilla de la UN Cristo Maestro |

Vicedecanatura de Investigación y Extensión | Comité de Ética /Facultad de Medicina | Sede Bogotá

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|
| 3 | <i>Carlos Arturo Guerrero Fonseca</i> | <i>Presidente Comité de Ética / Dpto. de Fisiológicas</i> |  |
| 4 | <i>Clara Eugenia Arteaga Díaz</i> | <i>Pensionada Departamento de Morfología</i> | |
| 5 | <i>Luz Amparo Díaz Cruz</i> | <i>Departamento de Obstetricia y Ginecología</i> | |
| 6 | <i>Mario Orlando Parra Pineda</i> | <i>Departamento de Obstetricia y Ginecología</i> | |
| 7 | <i>Zulma Janeth Dueñas Gómez</i> | <i>Departamento de Ciencias Fisiológicas</i> | |

3. El Comité consideró que el presente estudio:

- a. Es válido desde el punto de vista ético. La investigación involucra un riesgo igual al promedio para los sujetos que participan en ella. La investigación se ajusta a los estándares de la buena práctica clínica.*
- b. El Comité considera que las medidas que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas*

4. El Comité informará inmediatamente a las directivas institucionales:

- a. Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.*
- b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.*

5. El Comité informará inmediatamente a las directivas, toda información que reciba acerca de:

- a. Lesiones o daños a sujetos humanos con motivo de su participación en la investigación. Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.*
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por este comité*

6. Cuando el proyecto sea aprobado, será por un periodo de un (1) año a partir de la fecha de aprobación.

7. El Investigador principal deberá:

[Página 3 de 5]
Elaboró: Jeannette
Pineda

Av. Carrera 30 # 45-03 – Ciudad Universitaria
Edificio 471, Medicina
(+57 1) 3165000 EXT: 15167
Bogotá, D. C., Colombia
eticasalud_fmbog@unal.edu.co

*Proyecto
CULTURAL
CIENTÍFICO
Y COLECTIVO*

Vicedecanatura de Investigación y Extensión | Comité de Ética /Facultad de Medicina | Sede Bogotá

Universidad
Nacional
de Colombia

- a. Informar de cualquier cambio que se proponga introducir en el proyecto. Estos cambios no podrán ejecutarse sin la aprobación previa del (COMITÉ DE ÉTICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA) excepto cuando sean necesarios para minimizar o suprimir un peligro inminente o un riesgo grave para los sujetos que participan en la investigación.
- b. Avisar de cualquier situación imprevista que se considere implica algún signo de riesgo para los sujetos o la comunidad o el medio en el cual se lleva a cabo el estudio.
- c. Informar de cualquier evento adverso serio de algún paciente, comunicando la situación al secretario y al presidente del Comité de Ética), de acuerdo con la normatividad que el INVIMA ha generado a este respecto.
- d. Poner en conocimiento del comité toda información nueva importante respecto al estudio, que pueda afectar la relación riesgo/beneficio de los sujetos participantes.
- e. Comunicar cualquier decisión tomada por otros comités con respecto a la investigación que se lleva a cabo.
- f. Informar de la terminación prematura o suspensión del proyecto explicando las causas o razones.
- g. Presentar a este comité un informe cuando haya transcurrido un año, contado a partir de la aprobación del proyecto. Los proyectos con duración mayor a un año, serán reevaluados a partir del informe de avance integrado.
- h. Todos los proyectos deben entregar al finalizar un informe final de cierre del estudio, este cierre puede ser el informe final en formato completo o en formato de resumen de cierre de estudio, firmado por el investigador responsable del estudio.

7. Observaciones:

El comité considera que el proyecto de investigación no presenta dilemas éticos.

Vicedecanatura de Investigación y Extensión | Comité de Ética /Facultad de Medicina | Sede Bogotá



Universidad
Nacional
de Colombia

Nombre: Dr. CARLOS ARTURO GUERRERO FONSECA

Presidente Comité de Ética

Título: PhD Doctorado en Bioquímica, MSc. en Farmacología y MSc. en
Genética Humana

(ORIGINAL FIRMADO)

 *Archivo*

Bibliografía

- Abian, J., Alegre, L., Lara, A., Rubio, J., & Aguado, X. (2008). Landing differences between men and women in a maximal vertical jump aptitude test. *J SPORTS MED PHYS FITNESS*, 48, 305–310.
- Acevedo, D., Hincapie, F., & Sanchez, J. (2008). *VALORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN REACTIVA DE LA FUERZA DE LOS MIEMBROS INFERIORES A LAS INTEGRANTES DE LA SELECCIÓN ANTIOQUIA DE VOLEIBOL CATEGORIA JUNIOR RAMA FEMENINA*. Universidad de Antioquia.
- Alkjaer, T., Meyland, J., Raffalt, P. C., Lundbye-Jensen, J., Simonsen, E. B., & Tine Alkjaer, C. (2013). Neuromuscular adaptations to 4 weeks of intensive drop jump training in well-trained athletes. *Physiol Rep*, 1(5), 99. <https://doi.org/10.1002/phy2.99>
- Arampatzis, A., Schade, F., Walsh, M., & Brüggemann, G. P. (2001). Influence of leg stiffness and its effect on myodynamic jumping performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(5), 355–364. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(01\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(01)00009-8)
- Arboix-Alió, J., Aguilera-Castells, J., Rey-Abella, F., Buscà, B., & Fort-Vanmeerhaeghe, A. (2018). Asimetrías neuromusculares entre miembros inferiores en jugadores de hockey sobre patines Lower limb neuromuscular asymmetry in roller hockey players. *Rev. Int. Cienc. Deporte, Volumen XI*.
- Argohty Buchelli, R., & Díaz Pinilla, M. A. (2020). Capítulo 7. Caracterización neuromuscular de miembros inferiores en alumnos de primer nivel de la Escuela Militar de Cadetes. In *Caracterización del fitness del militar colombiano*.
- Arredondo, A., & Alvarado, J. E. (2015). *APROXIMACIÓN AL CONTEXTO TEÓRICO Y ADMINISTRATIVO DEL CHEERLEADING EN BOGOTÁ , PERÍODO 2010 – 2015*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ávila, K. J. (2015). *Caracterización De Lesiones Deportivas En El Porrismo En Equipos Universitarios De La Universidad Militar, Universidad Libre Y Universidad Santo Tomás De La Ciudad De Bogotá*. 54. [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4213/Avila Kelvin - 2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4213/Avila%20Kelvin%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bagnulo, A. (2012). Cheerleading injuries: A narrative review of the literature. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56(4), 292–298. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23204573> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3501916>

- Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C. A., Finch, C. F., Hägglund, M., Junge, A., Kemp, S., Khan, K. M., Marshall, S. W., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Orchard, J. W., Pluim, B., Quarrie, K. L., Reider, B., Schwellnus, M., Soligard, T., ... Chamari, K. (2020). International Olympic Committee Consensus Statement: Methods for Recording and Reporting of Epidemiological Data on Injury and Illness in Sports 2020 (Including the STROBE Extension for Sports Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(2), 1–33. <https://doi.org/10.1177/2325967120902908>
- Barreto, J., Cruz, J. ., Hernández, Y., & Cubides, J. (2021). Barreto, J., Cruz, J.; Hernández, Y. & Cubides, J. *Brujula Semilleros de Investigacion*, 9(17), 68–81. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000676516.74944.71>
- Beattie, K., & Flanagan, E. P. (2015). Establishing the reliability and meaningful change of the drop-jump reactive strength index. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(5), 12–18.
- Benavides, L. (2019). *Estado actual del perfil del entrenador de cheerleading(porrismo) en la ciudad de Bogota*. (Issue 20). <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2389/chacón%2Cc..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019). Drop jump asymmetry is associated with reduced sprint and change-of-direction speed performance in adult female soccer players. *Sports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Boden, B. P., Tacchetti, R., & Mueller, F. O. (2003). Catastrophic Cheerleading Injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 31(6), 881–888. <https://doi.org/10.1177/03635465030310062501>
- Bradshaw, E., & Hume, P. (2012). Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and ris... *Sports Biomechanics*, 11(3), 324–341.
- Brenner, J. S., Benjamin, H. J., Cappetta, C. T., Demorest, R. A., Halstead, M. E., Weiss Kelly, A. K., Koutures, C. G., LaBella, C. R., LaBotz, M., Loud, K. J., & Martin, S. S. (2012). Cheerleading injuries: Epidemiology and recommendations for prevention. *Pediatrics*, 130(5), 966–971. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-2480>
- Bridgeman, L., Mcguigan, M., & Gill, N. D. (2020). *A case study investigating the effects of an accentuated eccentric load drop jump training program on strength, power, speed and change of direction Heat Management Strategies for Elite Rugby Sevens View project Strength testing and training elite rowers . cm*, 1–4. <https://www.researchgate.net/publication/341029853>
- Cabrera Garavito, J. M. (2021). *IMPACTO DE MEDIDAS ENCAMINADAS A MEJORAR LA MODULACION SIMPATICA EN EL RENDIMIENTO DEL SALTO CONTRAMOVIMIENTO EN ATLETAS DE VOLEIBOL*. Universidad Nacional de Colombia.
- Caine, D., Caine, C., & Maffulli, N. (2006). Incidence and distribution of pediatric sport-related injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(6), 500–513.

- <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000251181.36582.a0>
- Caldemeyer, L. E., Brown, S. M., & Mulcahey, M. K. (2020). Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. *Physician and Sportsmedicine*, 48(4), 363–369.
<https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1732246>
- Centeno, R. A. (2013). *VALORES DE REFERENCIA PARA SALTOS EN PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA EN UNA POBLACIÓN DE DEPORTISTAS ANDALUCES*. Universidad Pablo de Olavide.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397–402. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>
- Cohen, D. D., Burton, A., Wells, C., Taberner, M., Diaz, M. A., & Graham-Smith, P. (2020). Single Vs Double Leg Jump Tests - Not Half an Apple. *Aspetar Sports Medicine Journal, March*, 34–41.
- Cormack, S. J., Newton, R. U., McGulgan, M. R., & Doyle, T. L. A. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 131–144.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.3.2.131>
- Currie, D. W., Fields, S. K., Patterson, M. J., & Dawn Comstock, R. (2016). Cheerleading injuries in United States high schools. *Pediatrics*, 137(1).
<https://doi.org/10.1542/peds.2015-2447>
- Dobbs, C. W. (2015). *Understanding and Optimising Vertical and Horizontal Force Production for Performance in Team Sport Athletes*.
- Engebretsen, L., Soligard, T., Steffen, K., Alonso, J. M., Aubry, M., Budgett, R., Dvorak, J., Jegathesan, M., Meeuwisse, W. H., Mountjoy, M., Palmer-Green, D., Vanhegan, I., & Renström, P. A. (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 407–414.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092380>
- Eshghi, S., Zarei, M., Abbasi, H., & Alizadeh, S. (2022). The Effect of Shoulder Injury Prevention Program on Shoulder Isokinetic Strength in Young Male Volleyball Players. *Research in Sports Medicine*, 30(2), 203–214.
<https://doi.org/10.1080/15438627.2020.1860050>
- Fatahi, A., Molla, R. Y., Ghomsheh, F. T., & Ameli, M. (2021). Relationship between Temporal Variables and Rate of Force Development during Block Jump Skill in Junior Volleyball Players. *Journal of Advanced Sport Technology*, 5(1), 27–35.
- Finch, C., & Cassell, E. (2006). The public health impact of injury during sport and active recreation. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(6), 490–497.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.002>
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the reactive strength

- index and time to stabilization during depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1677–1682.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318182034b>
- Foley, E. C., & Bird, H. A. (2013). Extreme or tariff sports: Their injuries and their prevention (with particular reference to diving, cheerleading, gymnastics, and figure skating). *Clinical Rheumatology*, 32(4), 463–467. <https://doi.org/10.1007/s10067-013-2188-4>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 135–143. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W., & Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport*, 16(4), 317–323.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.01.003>
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Delvaux, F., Kaux, J. F., Crielaard, J. M., & Gleizes-Cervera, S. (2018). Preseason strength assessment of the rotator muscles and shoulder injury in handball players. *Journal of Athletic Training*, 53(2), 174–180.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-216-16>
- Frutoso, A. S., Diefenthaler, F., Vaz, M. A., & Freitas, C. de la R. (2016). Lower Limb Asymmetries in Rhythmic Gymnastics Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(1), 34–43.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26900498>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4739046>
- Gathercole, R. J., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. G. (2015). Comparison of the capacity of different jump and sprint field tests to detect neuromuscular fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2522–2531.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000912>
- Giatsis, G., Panoutsakopoulos, V., & Kollias, I. A. (2022). Drop Jumping on Sand Is Characterized by Lower Power, Higher Rate of Force Development and Larger Knee Joint Range of Motion. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1).
<https://doi.org/10.3390/jfmk7010017>
- Giraldez, J., & Saez, E. (2017). DETERMINACIÓN DEL PERFIL FUERZA-VELOCIDAD MEDIANTE UN TEST DE SALTOS CON DOS CARGAS (PROTOCOLO DE DOS CARGAS). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13891.22569>
- GK Cheer. (2016). *USASF & IASF Cheerleading Worlds Results 2004-2022*.
<https://cheertheory.com/usaf-cheerleading-worlds-results/>
- Hardy, I., McFaull, S. R., Beaudin, M., St-Vil, D., & Rousseau, É. (2017). Cheerleading injuries in children: What can be learned? *Paediatrics and Child Health (Canada)*, 22(3), 130–133. <https://doi.org/10.1093/pch/pxx048>
- Harper, D. J., Cohen, D. D., Carling, C., & Kiely, J. (2020). Can countermovement jump

- neuromuscular performance qualities differentiate maximal horizontal deceleration ability in team sport athletes? *Sports*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/sports8060076>
- Heishman, A., Daub, B., Miller, R., Brown, B., Freitas, E., & Bembem, M. (2019). Countermovement jump inter-limb asymmetries in collegiate basketball players. *Sports*, 7(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/sports7050103>
- Heishman, A., Daub, B., Miller, R., Freitas, E., Frantz, B., & Bembem, M. (2018). Countermovement Jump Reliability Performed With and Without an Arm Swing in NCAA Division 1 Intercollegiate Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 546–558. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002812>
- Hewett, T. E., Di Stasi, S. L., & Myer, G. D. (2013). Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 41(1), 216–224. <https://doi.org/10.1177/0363546512459638>
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Xu, Y., Khoury, J., & Myer, G. D. (2017). Effectiveness of Neuromuscular Training Based on the Neuromuscular Risk Profile. *Am J Sports Med.*, 45(9), 2142–2147. <https://doi.org/10.1177/0363546517700128>
- Hewitt, J., Cronin, J., & Hume, P. (2012). Multidirectional leg asymmetry assessment in sport. *Strength and Conditioning Journal*, 34(1), 82–86. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31823e83db>
- Hutchinson, M. R. (1997). Cheerleading injuries: Patterns, prevention, case reports. *Physician and Sportsmedicine*, 25(9), 83–96. <https://doi.org/10.3810/psm.1997.09.1508>
- International Cheer Union. (2019). *International Cheer Union. 2019 World Cheerleading Championship*. <https://cheerunion.org/championships/results/2019results/>
- International Cheer Union. (2021a). *Divisions Rules & Regulations 2020-2021*.
- International Cheer Union. (2021b). *International Cheer Union ICU Receives Full Recognition Status by the IOC. July, 2021*. https://cheerunion.org.ismmedia.com/ISM3/std-content/repos/Top/olympics/docs/ICU_IOC_Full-Recognition.pdf
- Jacobson, B. H., Redus, B., & Palmer, T. (2005). An assessment of injuries in college cheerleading: Distribution, frequency, and associated factors. *British Journal of Sports Medicine*, 39(4), 237–240. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.014605>
- Janot, J. M., Beltz, N. M., & Dalleck, L. D. (2015). Multiple off-ice performance variables predict on-ice skating performance in male and female division III ice hockey players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 522–529.
- Jidovtseff, B., Quievre, J., Harris, N. K., & Cronin, J. B. (2014). Influence of jumping strategy on kinetic and kinematic variables. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 129–138.
- Jimenez, R., Parra, G., Perez, D., & Grande, I. (2008). *Jump power measurement in*

semi-professional soccer players and comparison of results by positions. 49–52.

- Jones, G., & Khazzam, M. (2017). CHEERLEADING INJURIES. *SPORTS MEDICINE UPDATE*.
- Joseph, C., & Finch, C. F. (2016). Sports Injuries. In *International Encyclopedia of Public Health* (Second Edi, Vol. 6). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00432-X>
- Kautzky-Willer, A., Harreiter, J., & Pacini, G. (2016). Sex and gender differences in risk, pathophysiology and complications of type 2 diabetes mellitus. *Endocrine Reviews*, 37(3), 278–316. <https://doi.org/10.1210/er.2015-1137>
- Laffaye, G., Wagner, P. P., & Tombleson, T. I. L. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1096–1105. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1db03>
- Legg, J., Pyne, D. B., Semple, S., & Ball, N. (2017). Variability of jump kinetics related to training load in elite female basketball. *Sports*, 5(4), 1–9. <https://doi.org/10.3390/sports5040085>
- Long, K. L., Milidonis, M. K., Wildermuth, V. L., Kruse, A. N., & Parham, U. T. (2021). The impact of dance-specific neuromuscular conditioning and injury prevention training on motor control, stability, balance, function and injury in professional ballet dancers: A mixed-methods quasi-experimental study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2). <https://doi.org/10.26603/001c.21150>
- Lopez, L. (2004). Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69–74.
- Machuca, C. N. (2014). Cheerleading: A comprehensive study of biomechanics, common injuries, prevention and rehabilitation of injuries. *ProQuest Dissertations and Theses*, 100. https://search.proquest.com/docview/1526336085?accountid=10286%0Ahttp://cov-primo.hosted.exlibrisgroup.com/openurl/COV/COV_services_page?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+%26+theses&sid=ProQ:Nursing+%26+
- Mackala, K., Rauter, S., Simenko, J., Kreft, R., Stodolka, J., Krizaj, J., Coh, M., & Vodigar, J. (2020). The effect of height on drop jumps in relation to somatic parameters and landing kinetics. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165886>
- Magaña, P. L., Fritzler-Happach, W., & Barrios-González, J. (2017). Valoración isocinética en cadena cinética cerrada en futbolistas: Prueba piloto. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 34(2), 66–71.
- Makaruk, H., Sacewicz, T., Czaplicki, A., & Sadowski, J. (2010). Effect of Additional Load on Power Output during Drop Jump Training. *Journal of Human Kinetics*, 26(November), 31–37. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0045-y>
- Maloney, S. J., Richards, J., Nixon, D. G. D., Harvey, L. J., & Fletcher, I. M. (2017a).

- Vertical stiffness asymmetries during drop jumping are related to ankle stiffness asymmetries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(6), 661–669. <https://doi.org/10.1111/sms.12682>
- Maloney, S. J., Richards, J., Nixon, D. G. D., Harvey, L. J., & Fletcher, I. M. (2017b). Do stiffness and asymmetries predict change of direction performance? *Journal of Sports Sciences*, 35(6), 547–556. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1179775>
- Manzano, J. (2017). *Efectos de un programa de entrenamiento pliométrico (drop jump) en los seleccionados de voleibol arena de la universidad del valle*.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2)
- Markovic, S., Mirkov, D. M., Nedeljkovic, A., & Jaric, S. (2014). Body size and countermovement depth confound relationship between muscle power output and jumping performance. *Human Movement Science*, 33(1), 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.11.004>
- Marolde, I. B., Carvalho, C., & da Silva Serrão, P. R. M. (2021). Cheerleader injuries: A Brazilian cross-sectional study. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 27, 1–8. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742021002321>
- Marques, M. C., & Izquierdo, M. (2014). Kinetic and Kinematic Associations Between Vertical Jump Performance and 10-m Sprint Time. *The Journal of Strength and Conditioning Research the TM*.
- Marshall, B., Franklyn-Miller, A., Moran, K., King, E., Richter, C., Gore, S., Strike, S., & Falvey, É. (2015). Biomechanical symmetry in elite rugby union players during dynamic tasks: an investigation using discrete and continuous data analysis techniques. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13102-015-0006-9>
- Martínez Hernández, L. E., Pegueros Pérez, A., Ortiz Alvarado, A., Del Villar Morales, A., Flores, V. H., & Pineda Villaseñor, C. (2014). Isokinetic evaluation of the muscular strength and balance of knee extensor and flexor apparatus of taekwondo athletes. *Gaceta Medica de Mexico*, 150 Suppl(3), 272–278. [http://www.anmm.org.mx/GMM/2014/s3/GMM_150_2014_S3_272-278.pdf%0Ahttps://search.proquest.com/docview/1652461821?accountid=14744%0Ahttp://fama.us.es/search*spi/i?SEARCH=00163813%0Ahttp://pibserver.us.es/gtb/usuario_acceso.php?centro=\\$USEG¢ro=%24USEG&d=](http://www.anmm.org.mx/GMM/2014/s3/GMM_150_2014_S3_272-278.pdf%0Ahttps://search.proquest.com/docview/1652461821?accountid=14744%0Ahttp://fama.us.es/search*spi/i?SEARCH=00163813%0Ahttp://pibserver.us.es/gtb/usuario_acceso.php?centro=$USEG¢ro=%24USEG&d=)
- McElveen, M. T., Riemann, B. L., & Davies, G. J. (2010). Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 375–381. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c06e0b>
- McMahon, J. J., Lake, J. P., Stratford, C., & Comfort, P. (2021). A Proposed Method for Evaluating Drop Jump Performance with One Force Platform. *Biomechanics*, 1(2),

178–189. <https://doi.org/10.3390/biomechanics1020015>

- Merrigan, J. J., Stone, J. D., Thompson, A. G., Guy Hornsby, W., & Hagen, J. A. (2020). Monitoring neuromuscular performance in military personnel. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239147>
- Murphy, D., Connolly, D., & Beynon, D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13–29. <http://ezproxy.library.dal.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=c8h&AN=106872112&site=ehost-live>
- Nerín, M. A., Montaña, J. A., Carrasco, L., & Romero, J. L. M. (2007). Evaluación isocinética de la musculatura flexoextensora de la rodilla en universitarios: estudio preliminar Isokinetic assessment of the flexor-extensor knee musculature in university students: preliminary study. *Rev. S. And. Traum. y Ort*, 24–2524. <https://www.portalsato.es/documentos/revista/Revista05/Rev.2005-05.pdf>
- Niespodziński, B., Grad, R., Kochanowicz, A., Mieszkowski, J., Marina, M., Zasada, M., & Kochanowicz, K. (2021). The Neuromuscular Characteristics of Gymnasts' Jumps and Landings at Particular Stages of Sports Training. *Journal of Human Kinetics*, 78(1), 15–28. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0027>
- Orchard, J. W., Meeuwisse, W., Derman, W., Häggglund, M., Soligard, T., Schwellnus, M., & Bahr, R. (2020). Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS) and the Orchard Sports Injury and Illness Classification System (OSIICS): Revised 2020 consensus versions. *British Journal of Sports Medicine*, 54(7), 397–401. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101921>
- Paterno, M. V., Schmitt, L. C., Ford, K. R., Rauh, M. J., Myer, G. D., Huang, B., & Hewett, T. E. (2010). Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 1968–1978. <https://doi.org/10.1177/0363546510376053>
- Prasetya, M. R. A., Firmansyah, A., Rahman, D., Oktavian, J., & Aziz, A. (2022). The Profile Countermovement Jump for Kick Boxing Athletes. *Proceedings of the International Joint Conference on Arts and Humanities 2021 (IJCAH 2021)*, 618(Ijcah), 307–311. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211223.054>
- Rodríguez-Zárate, N., Argothy-Bucheli, R., Acero-Jáuregui, J., Gomez-Sálazar, L., Menzel, H., & Cohen, D. (2018). *Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte en Biomecánica*.
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 397–402.
- Santos-Silva, P. R., Pedrinelli, A., Rubio Jaramillo, D. E., Dorileo, C. G., & D'Andrea Greve, J. M. (2016). Evaluación isocinética de músculos flexores y extensores en jugadores de fútbol profesional antes de iniciar la fase de pretemporada. *Revista Latinoamericana de Cirugía Ortopédica*, 1(2), 54–57.

- <https://doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.06.005>
- Sarfati, G. (2011). PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE. *Revista Asociación de Kinesiología Del Deporte*.
- Schulz, M. R., Marshall, S. W., Yang, J., Mueller, F. O., Weaver, N. L., & Bowling, J. M. (2004). Prospective cohort study of injury incidence and risk factors in North Carolina High School competitive cheerleaders. *American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 396–405.
- Serrato Roa, M. (2008). *Medicina del deporte* (Primera ed). Editorial Universidad del Rosario.
- Serrato Roa, M., & Galeano, E. (2015). Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte en Medicina. In *Coldeporte: Vol. Colección*.
- Shields, B. J., Fernandez, S. A., & Smith, G. A. (2009). Epidemiology of cheerleading stunt-related injuries in the United States. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 586–594. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.6.586>
- Shields, B. J., & Smith, G. A. (2009). Cheerleading-related injuries in the United States: A prospective surveillance study. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 567–577. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.6.567>
- Singh Setia, M. (2016). Methodology series module 3: Cross-sectional studies. *Indian Journal of Dermatology*, 61(3), 261–264. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.182410>
- Solarte Montesdeoca, D. (2015). *Capacidades físicas básicas que inciden en la formación de Cheerleaders en la unidad educativa Teodoro Gomez de la Torre Año lectivo 2013-2014* [Universidad Tecnica del Norte]. <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- Suchomel, T. J., Bailey, C. A., Sole, C. J., Grazer, J. L., & Beckham, G. K. (2015). Using reactive strength index-modified as an explosive performance measurement tool in division i athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 899–904. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000743>
- Taube, W., Leukel, C., Lauber, B., & Gollhofer, A. (2012). The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(5), 671–683. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01293.x>
- Til, L., Orchard, J., & Rae, K. (2008). The orchard sports injury classification system (OSICS) version 10. *Apunts Medicina de l'Esport*, 43(159), 109–112. [https://doi.org/10.1016/s1886-6581\(08\)70085-9](https://doi.org/10.1016/s1886-6581(08)70085-9)
- Timpka, T., Jacobsson, J., Bickenbach, J., Finch, C. F., Ekberg, J., & Nordenfelt, L. (2014). What is a sports injury? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(4), 423–428. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0143-4>
- Torres-Banduc, M., Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Calleja-González, J., Nikolaidis, P. T., McMahon, J. J., & Comfort, P. (2021). Kinematic and

Neuromuscular Measures of Intensity During Drop Jumps in Female Volleyball Players. *Frontiers in Psychology*, 12(September), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.724070>

Tsarouchas, L., Giavroglou, A., Kalamaras, K., & Prassas, S. (1994). The variability of vertical ground reaction forces during unloaded and loaded drop jumping. *International Symposium of Biomechanics in Sport*, 45, 311–314.

United States All Star Federation. (2021). *USASF Cheer Rules 2020-2021. February 2020*.

Universal Cheerleader Association. (2005). *UCA advisor/coach Manual*.

Valencia, A. (2019). *Composición corporal y potencia de miembros inferiores en porristas de la Selección Santander, 2019* [Univeridad Santo Tomás].
<https://doi.org/10.1080/00033799300200371>

Wang, I. L., Chen, Y. M., Zhang, K. K., Li, Y. G., Su, Y., Wu, C., & Ho, C. S. (2021). Influences of Different Drop Height Training on Lower Extremity Kinematics and Stiffness during Repetitive Drop Jump. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/5551199>

Waters, N. (2013). What goes up must come down! A primary care approach to preventing injuries amongst highflying cheerleaders. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 25(2), 55–64. <https://doi.org/10.1111/1745-7599.12000>

Xu, A. L., Suresh, K. V., & Lee, R. J. (2021). Progress in Cheerleading Safety: Update on the Epidemiology of Cheerleading Injuries Presenting to US Emergency Departments, 2010-2019. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(10), 1–8.
<https://doi.org/10.1177/232596712111038895>

Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., & Jenny, O. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 2018(4). <https://doi.org/10.7717/peerj.4669>