

Tesis de Grado

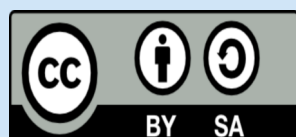
Vazquez, Dolores

Análisis de datos de fuerza excéntrica de jugadoras de hockey amateurs de plantel superior

Instituto de Ciencias de la Salud

2025

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Vazquez, D. (2025). *Análisis de datos de fuerza excéntrica de jugadoras de hockey amateurs de plantel superior* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3661>



TESINA

presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

**Título: “Análisis de datos de fuerza excéntrica
de jugadoras de hockey amateurs de plantel superior”**

Autora :Vazquez, Dolores (51415)

Director: Dr(c) Lic. Espd' AlmeidaSantiago M. (MN 12.413)

Fecha de Entrega:

12/05/2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dolores Vazquez'.

DNI: 42.881.820

Índice

Agradecimientos	4
Abreviaturas	5
I. Introducción	6
I.a Rol de los isquiotibiales y su comportamiento biomecánico	7
I.b. Biomecánica de los gestos técnicos del hockey	8
I.c. Justificación de la evaluación excéntrica y su aplicación en el hockey	9
II. Pregunta de investigación	10
III.a. Objetivo general.....	10
III.b. Objetivos específicos.....	10
IV. Justificación de la propuesta	11
V. Materiales y Métodos	11
V. a. Estrategia de búsqueda bibliográfica + Resultados	11
V. b. Diseño del estudio	12
V. c. Población y muestra.....	13
V. d. Criterios de inclusión:.....	13
IV. e. Criterios de exclusión:	13
V. f. Instrumentos de medición	13
V. g. Variables analizadas	14
V. h. Procedimiento de toma de datos	14
V. i. Análisis estadístico	16
VI. Resultados	16
VII. Discusión.....	21
VII.a Cuantificación de la fuerza excéntrica y detección de asimetrías funcionales	23
VII.b Importancia de la evaluación del impulso excéntrico como variable complementaria	25
VII.c Influencia de la posición en el campo sobre los niveles de asimetría	27
VII.d Aplicación práctica de los hallazgos en contextos de entrenamiento y prevención	28
VII.e Proyecciones a futuro y nuevas líneas de investigación	30

VIII. Conclusiones.....	32
IX. Referencia.....	34

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Arturo Jauretche y a la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría por brindarme la formación académica y los recursos necesarios para la realización de este trabajo para acceder al título de grado.

Extiendo mi agradecimiento al club Santa Barbara Hockey club de la ciudad de La Plata, que me permitió llevar a cabo esta investigación, por su disposición y colaboración para trabajar con sus jugadoras.

Al profesor de educación física Ramiro Arbelaiz, por haber facilitado los datos utilizados en el estudio y por su compromiso con el desarrollo de este proyecto.

Al Lic. Santiago d'Almeida, tutor de esta tesina, por su acompañamiento, orientación académica y apoyo durante todo el proceso de investigación.

Finalmente, agradezco profundamente a mi familia y amigos, por su constante apoyo, comprensión y aliento durante cada etapa de esta trayectoria académica.

Abreviaturas

- **NHE:** NordicHamstringExercise
- **ICC:** IntraclassCorrelationCoefficient (Coeficiente de correlación intraclase)
- **N:** Newtons (unidad de medida de fuerza)
- **SD:** Standard Deviation (Desvío estándar)
- **MSK:** Musculoesquelético
- **ACL:** Anterior CruciateLigament (Ligamento cruzado anterior)
- **EMG:** Electromiografía (en caso de que la menciones con ese término en la discusión o en futuras ampliaciones)

I. Introducción

El hockey sobre césped es un deporte de equipo que se practica de forma competitiva y recreativa a nivel mundial. Según la Federación Internacional de Hockey, más de 30 millones de personas participan en este deporte en 132 federaciones nacionales distribuidas en cinco continentes(1). Esta disciplina combina velocidad, coordinación, resistencia y agilidad, lo que implica una alta carga física y, en consecuencia, un riesgo considerable de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores (2).

Las lesiones deportivas, además de afectar el rendimiento individual, imponen una carga significativa sobre los equipos en términos de disponibilidad de jugadoras, recursos médicos y planificación del entrenamiento. El hockey no es una excepción: el trabajo de Hollander K. et al. (2018) ha reportado una prevalencia de lesiones en jugadores de hockey que oscila entre el 38% y el 75% a lo largo de una temporada (2). Asimismo, la incidencia de lesiones puede llegar hasta 15,2 por cada 1.000 horas de práctica deportiva en adultos amateurs, con una mayor proporción de lesiones ocurridas durante los partidos respecto a los entrenamientos(1).

Entre todas las lesiones musculoesqueléticas reportadas en este deporte, las lesiones de isquiotibiales ocupan un lugar destacado tanto por su incidencia como por su impacto en la demora en el retorno competitivo. Estas lesiones se observan especialmente en actividades que implican sprints, frenadas bruscas y cambios de dirección, características centrales del hockey. De hecho, se ha documentado que la incidencia de desgarros isquiotibiales en jugadores de hockey puede ser de aproximadamente 0,75 por cada 1.000 horas de exposición durante la pretemporada (1).

Además de su frecuencia, estas lesiones tienen un alto índice de recurrencia, alcanzando un 13% durante la primera semana de retorno a la competencia, 8% en la segunda y hasta un 34% de riesgo acumulado a lo largo de la temporada (3). Esta recurrencia suele estar asociada a la persistencia de factores de riesgo no abordados, entre los que destacan los déficits de fuerza excéntrica, desequilibrios entre miembros inferiores, fatiga muscular y antecedentes de lesiones previas (3).

La musculatura isquiotibial, particularmente el bíceps femoral en su porción larga, se activa de forma excéntrica para desacelerar la pierna durante la fase final del ciclo de carrera, momento en el cual está especialmente expuesta a sobrecargas (3). Sin embargo, en deportes

como el hockey, la exigencia excéntrica no se limita únicamente a esta fase de la carrera. Debido a la postura característica del juego —con flexión constante de caderas y rodillas para manipular la bocha en posiciones bajas—, los isquiotibiales permanecen en contracción excéntrica sostenida gran parte del tiempo de juego. Esta carga excéntrica continua aumenta la demanda funcional de esta musculatura y puede constituirse en un factor de riesgo acumulativo para el desarrollo de lesiones.

Por otra parte, el concepto de carga de lesión ha ganado relevancia en los últimos años, al contemplar no solo la frecuencia de las lesiones, sino también su duración y el impacto total sobre la participación deportiva. En hockey, los desgarros de isquiotibiales representan una carga de lesión estimada en 22,6 días perdidos por cada 1.000 horas de exposición(4), lo que evidencia su importancia clínica y funcional en este deporte. A pesar de la amplia literatura en poblaciones masculinas y en deportes como el fútbol, existe una brecha de conocimiento respecto a la fuerza excéntrica y los perfiles de asimetría en jugadoras de hockey amateur. La mayoría de los estudios se han centrado en atletas de élite, dejando sin explorar segmentos importantes de la población deportiva que también enfrentan riesgos significativos.

La Rol de los isquiotibiales y su comportamiento biomecánico

La musculatura isquiotibial está conformada por un grupo de músculos biarticulares (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso) que atraviesan las articulaciones de la cadera y la rodilla, y cumplen un rol esencial tanto en la movilidad como en la estabilidad del miembro inferior. Estos músculos intervienen en múltiples gestos deportivos a través de diferentes tipos de contracción: concéntrica, isométrica y, de forma especialmente relevante en el contexto lesional, excéntrica, donde se contraen mientras se alargan.

Durante la fase terminal de la zancada en carrera, cuando la pierna avanza hacia adelante antes del contacto con el suelo, los isquiotibiales deben activarse de forma excéntrica para frenar la extensión de la rodilla y estabilizar la pelvis. Este momento es crítico desde el punto de vista biomecánico, ya que los músculos trabajan bajo tensión y en elongación. Según Chumanov et al. (5), los isquiotibiales soportan las mayores tensiones justo antes del apoyo del talón, lo que los convierte en una de las estructuras musculares más vulnerables a sufrir lesiones.

Además, estos músculos intervienen activamente en gestos de frenado, cambios de dirección y acciones técnicas que requieren control postural. Croisier et al. (6) remarcan que

los déficits de fuerza excéntrica no siempre se manifiestan en pruebas convencionales de fuerza, pero pueden identificarse mediante evaluaciones funcionales específicas. En su estudio, deportistas con desequilibrios excéntricos no tratados presentaban una mayor tasa de recaída en lesiones de isquiotibiales, mientras que quienes fueron incluidos en programas de fortalecimiento específico lograron reducir significativamente su riesgo. Estos hallazgos respaldan la necesidad de incluir mediciones objetivas de fuerza excéntrica como parte de los protocolos de prevención, particularmente en disciplinas como el hockey, donde la participación muscular excéntrica es sostenida y multifactorial.

I.b. Biomecánica de los gestos técnicos del hockey

Además de los desplazamientos de alta intensidad, el hockey sobre césped incluye una variedad de gestos técnicos complejos que implican elevadas exigencias biomecánicas y musculares. Entre ellos, el flick y la arrastrada son dos de los movimientos más representativos, utilizados con frecuencia en situaciones ofensivas como los penales cortos y los pases elevados. Ambos gestos demandan una secuencia coordinada de segmentos corporales y una participación activa de la musculatura estabilizadora, especialmente de la cadena posterior.

El flick es una técnica de levantamiento progresivo de la bocha, sin impacto directo, que se ejecuta desde una posición baja, con una prolongada flexión de rodillas, caderas y tobillos. La deportista debe sostener una postura de base amplia mientras transfiere el peso corporal hacia adelante y realiza una tracción ascendente con el palo. Chaeroni et al. (2024) demostraron, a través de análisis cinemáticos, que este gesto requiere una alta coordinación articular y genera un patrón de movimiento que involucra una activación prolongada de la musculatura posterior, especialmente de los isquiotibiales, que deben trabajar en contracción excéntrica para estabilizar la pelvis, frenar el movimiento y facilitar una trayectoria controlada del implemento. (7)Esta exigencia postural sostenida puede volverse aún más relevante en contextos de fatiga o sobreuso.

Por otro lado, la arrastrada es un gesto técnico avanzado y explosivo, utilizado especialmente durante las jugadas de córner corto para generar un tiro potente y preciso. Se caracteriza por una secuencia en cadena que involucra rotación de tronco, extensión de cadera y una fuerte transferencia de fuerza desde el miembro inferior hacia el implemento. Durante este

movimiento, el miembro de apoyo desempeña un rol fundamental en la estabilización de la cadera, mientras que el tronco rota aceleradamente para generar impulso angular. Investigaciones como las de Rose & Yeadon (2006) y Yu et al. (2008) revelan que, en la arrastrada, se producen elevadas fuerzas reactivas sobre el miembro inferior de apoyo, con una gran carga sobre los músculos isquiotibiales que deben controlar en forma excéntrica la desaceleración y ayudar a estabilizar el eje corporal.(8)(9)

Ambos gestos ilustran cómo las demandas técnicas del hockey implican mucho más que desplazamientos lineales. En estos movimientos, los isquiotibiales no solo participan como motores de la extensión o frenado, sino también como estabilizadores excéntricos durante fases críticas del gesto, en las que deben absorber y redirigir cargas mecánicas bajo condiciones de elongación muscular. Estas situaciones ponen de manifiesto la necesidad de evaluar esta capacidad de forma específica y funcional, ya que déficits de control excéntrico podrían alterar la mecánica del gesto, reducir la eficacia técnica y aumentar la probabilidad de lesiones.

I.c. Justificación de la evaluación excéntrica y su aplicación en el hockey

En el contexto deportivo actual, la evaluación funcional ha cobrado un rol fundamental no solo en el diagnóstico de desequilibrios musculares, sino también en la planificación del entrenamiento y la prevención de lesiones. Entre las capacidades musculares más relevantes para el control del movimiento se encuentra la fuerza excéntrica, entendida como la capacidad del músculo de generar tensión mientras se alarga. Esta cualidad es especialmente importante en deportes que requieren frenadas, cambios de dirección, aceleraciones y gestos explosivos bajo condiciones de elongación muscular, como ocurre en el hockey sobre césped.

Los isquiotibiales, por su participación crítica en la estabilización pélvica y el control de la rodilla durante la carrera y los gestos técnicos, se benefician directamente de evaluaciones específicas que midan su rendimiento excéntrico. La literatura científica ha señalado que los déficits de fuerza excéntrica están asociados a una mayor incidencia de lesiones, especialmente cuando se combinan con asimetrías entre los miembros inferiores, antecedentes previos o desequilibrios entre grupos musculares agonistas y antagonistas .(6)

En ese sentido, el ejercicio NordicHamstringExercise (NHE) se ha consolidado como una de las herramientas más utilizadas para evaluar y entrenar la fuerza excéntrica de los

isquiotibiales. Este ejercicio, de fácil implementación en campo, permite reproducir una contracción excéntrica en condiciones de elongación activa, con alta especificidad para los momentos críticos del gesto deportivo. La inclusión de dispositivos tecnológicos como el NordBordHamstringTestingSystem ha permitido aumentar la precisión, sensibilidad y fiabilidad de la medición, al registrar de forma independiente la fuerza aplicada por cada pierna y calcular automáticamente valores de asimetría funcional.

Opar et al. (2013) demostraron que el NordBord presenta una alta fiabilidad intercesión (ICC entre 0.83 y 0.90) y es capaz de detectar deficiencias funcionales incluso en ausencia de síntomas clínicos. Su aplicación ha mostrado utilidad tanto en entornos de alto rendimiento como en poblaciones amateurs, y se ha convertido en una herramienta accesible para el monitoreo neuromuscular, el retorno al juego y el diseño de intervenciones individualizadas.(10)

En deportes como el hockey, donde las demandas excéntricas son frecuentes y sostenidas, contar con evaluaciones objetivas de este tipo permite identificar a tiempo asimetrías relevantes, orientar estrategias preventivas y aportar datos concretos para la toma de decisiones por parte del cuerpo técnico y médico.

II. Pregunta de investigación

En base a lo planteado, la pregunta de investigación del trabajo es: ¿Cuáles son los valores de fuerza de los isquiotibiales en jugadoras de hockey entre 18-28 años?

III. Objetivos

III.a. Objetivo general

Analizar la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y las asimetrías presentes en jugadoras de hockey aficionado

III.b. Objetivos específicos

- Describir los niveles de fuerza máxima y de impulso en ambas piernas.
- Clasificar a las jugadoras según la presencia o ausencia de asimetrías clínicamente relevantes (mayores al 10% o 15%).
- Analizar la distribución de la fuerza y las asimetrías según la posición ocupada en el campo de juego.

IV. Justificación de la propuesta

El hockey sobre césped es uno de los deportes con mayor crecimiento y popularidad en Argentina, especialmente en el ámbito femenino. La destacada trayectoria del seleccionado nacional “Las Leonas”, actualmente ubicado en el segundo puesto del ranking mundial, refleja el nivel competitivo alcanzado y ha incentivado la práctica de este deporte en numerosos clubes a lo largo del país.

En el contexto amateur, muchas jugadoras entrenan y compiten con un nivel de compromiso y exigencia similar al de deportistas profesionales. Sin embargo, los recursos destinados al monitoreo, prevención y tratamiento de lesiones suelen ser limitados, lo que resalta la necesidad de incorporar evaluaciones funcionales accesibles y eficaces. Estudiar el estado neuromuscular de las jugadoras permite anticipar desequilibrios o déficits que puedan predisponer a lesiones, y diseñar estrategias de intervención que favorezcan su rendimiento y bienestar físico.

A pesar de la relevancia que el hockey tiene en el escenario deportivo nacional, existe una limitada producción científica en torno a esta disciplina, especialmente en el ámbito amateur. Esta escasez de investigaciones dificulta la construcción de marcos de referencia que orienten prácticas preventivas basadas en evidencia.

La presente investigación surge no solo del interés académico, sino también de una vivencia personal vinculada a la práctica del hockey. Como jugadora que atravesó una lesión muscular, comprendí la importancia de las acciones preventivas para mantenerse cerca del campo de juego el mayor tiempo posible. Esta experiencia motivó la realización de un estudio que permita aportar datos relevantes y contribuir al desarrollo de herramientas que cuiden la salud de las deportistas, favoreciendo su continuidad en la actividad.

V. Materiales y Métodos

V. a. Estrategia de búsqueda bibliográfica+ Resultados

La investigación será llevada a cabo por medio de una revisión bibliográfica de la literatura. Se recopiló información proveniente de artículos científicos de diferentes bases de datos como: Pubmed y Biblioteca Virtual de Salud, sin restricción de fecha de publicación.

Realizando la búsqueda a través de diferentes términos libres, MeSH y DeCS, que serán utilizados en la investigación:

Palabra	Término libre	DeCS	MeSH
#1	Isquiotibiales	Músculos isquiotibiales	"HamstringMuscles" [Mesh]
#2	Incidencia	Incidencia	"Incidence"[Mesh]
#3	Desgarro de isquiotibiales	Lesiones de isquiotibiales	"HamstringMuscles/injuries"[Mesh]
#4	Rehabilitación física	Terapia por ejercicio	"ExerciseTherapy" [Mesh]
#5	Factores de riesgo	Factores de riesgo	"RiskFactors" [Mesh]
#6	Hockey	Hockey	"Hockey/injuries"[Mesh]
#7	Prevalencia	Prevalencia	"Prevalence"[Mesh]

A su vez, se procederá a realizar la combinación de dichas palabras clave durante la investigación, como se muestra a continuación:

Palabra	Término	Conector	Termino	Conector	Término
#8	#3				
#9	#3	AND	#5		
#10	#3	AND	#6		
#11	#6	AND	#2		
#12	#3	AND	#7		
#13	#6	AND	#7		

V. b. Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo de corte transversal. Esta metodología permitió analizar datos recolectados durante una evaluación de pretemporada, sin intervenir activamente en las variables ni en la conducta de las participantes. El estudio se enmarca en el enfoque cuantitativo y tiene como finalidad la descripción de variables

relacionadas con la fuerza excéntrica de los isquiotibiales en una muestra determinada de jugadoras de hockey aficionado.

V. c. Población y muestra

Se realizó un muestreo por conveniencia compuesto por la totalidad de jugadoras pertenecientes al plantel superior aficionado del “Club Santa Bárbara”.

V. d. Criterios de inclusión:

- Datos completos de jugadoras de hockey aficionado mayores de 18.
- Datos de personas con participación en el plantel superior del “Club Santa Bárbara”.
- No presentar lesiones musculares ni articulares al momento de la evaluación.

IV. e. Criterios de exclusión:

- Datos incompletos
- Datos de jugadoras que no asistieron el día de la evaluación.
- Rechazo voluntario a no ser parte de este trabajo.

V. f. Instrumentos de medición

La evaluación de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales se realizó mediante el ejercicio “*NordicHamstring*,” utilizando el dispositivo NordBordHamstringTestingSystem (Vald Performance, Australia, modelo 2022) para evaluar la fuerza excéntrica de los isquiotibiales mediante contracción excéntrica en el ejercicio NordicHamstring. Este dispositivo permite cuantificar la fuerza generada por cada miembro inferior de manera independiente, registrando valores en Newtons y permitiendo detectar posibles asimetrías funcionales entre las extremidades.

El sistema está compuesto por sensores de carga integrados en un soporte para tobillos, los cuales capturan la fuerza ejercida durante la ejecución del “*NordicHamstringExercise*”. La prueba se realizó sobre una colchoneta, con la deportista de rodillas, mientras sus tobillos eran fijados al sistema mediante correas acolchadas.

Según Opar et al. (2013), este método presenta una alta fiabilidad (ICC entre 0.83 y 0.90), y ha demostrado ser sensible para detectar déficits residuales de fuerza excéntrica incluso en atletas sin síntomas clínicos. Además, su practicidad y portabilidad lo convierten en una

herramienta válida y eficiente para su uso en campo, como alternativa a evaluaciones más complejas como la dinamometría isocinética.(10)

La prueba fue administrada en una única sesión estandarizada, bajo supervisión de profesionales capacitados, registrando para cada jugadora tres intentos máximos con recuperación entre repeticiones. Los datos fueron procesados mediante el software propio del dispositivo, obteniendo variables como fuerza máxima excéntrica e impulso excéntrico, con sus respectivos valores de asimetría intermiembro.

V. g. Variables analizadas

Se analizaron las siguientes variables:

- Fuerza máxima excéntrica (Newtons - N) de isquiotibiales, pierna derecha e izquierda.
- Asimetría porcentual en fuerza máxima entre ambas piernas.
- Asimetría porcentual en impulso excéntrico.
- Lado dominante en cada caso.
- Posición en el campo (defensora, mediocampista, delantera).

V. h. Procedimiento de toma de datos

Las evaluaciones se llevaron a cabo en las instalaciones del club durante el mes de marzo de 2023, en el contexto de la pretemporada del plantel superior “A”, bajo la coordinación del preparador físico Ramiro Arbelaiz. Las jugadoras fueron convocadas en grupos reducidos y realizaron una entrada en calor general previa a las mediciones, siguiendo una rutina estandarizada.

A continuación, para promover la menor variabilidad técnica al momento de realizar la evaluación, se les explicó en detalle el procedimiento y se les enseñó la técnica correcta del ejercicio *NordicHamstring*, utilizado para la evaluación. Este ejercicio consiste en que la deportista se arrodille sobre una superficie acolchada, con el tronco erguido y los tobillos fijados en el dispositivo *NordBord* mediante correas. Desde esa posición, debe resistir activamente la caída hacia adelante, controlando el descenso del cuerpo únicamente mediante la contracción excéntrica de los isquiotibiales, sin flexionar la cadera. El ejercicio finaliza cuando la jugadora no puede controlar más la bajada y apoya las manos en el suelo (ver

Figuras 1 y 2 para una ilustración del dispositivo y la secuencia del ejercicio, respectivamente).

Cada participante realizó tres intentos máximos, con una pausa de recuperación entre repeticiones. Los datos fueron capturados mediante el software del sistema *NordBord*, el cual registra la fuerza aplicada por cada pierna en Newtons, permitiendo calcular también el impulso excéntrico y las asimetrías funcionales.

La información fue registrada inicialmente con el nombre de cada jugadora, teniendo en cuenta su posición en el campo. No obstante, para resguardar la confidencialidad y el anonimato de las participantes, se optó por hacer referencia a ellas mediante identificadores numéricos ("jugadora 1", "jugadora 2", etc.) a lo largo de toda la tesina.

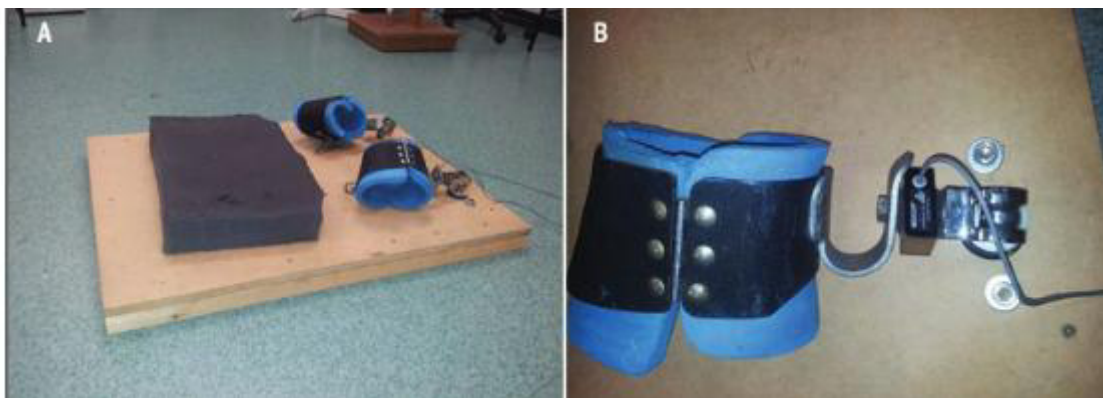


Figura 1.DispositivoNordBord.

Fuente: Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. Sports Medicine, 43(3), 209–226.

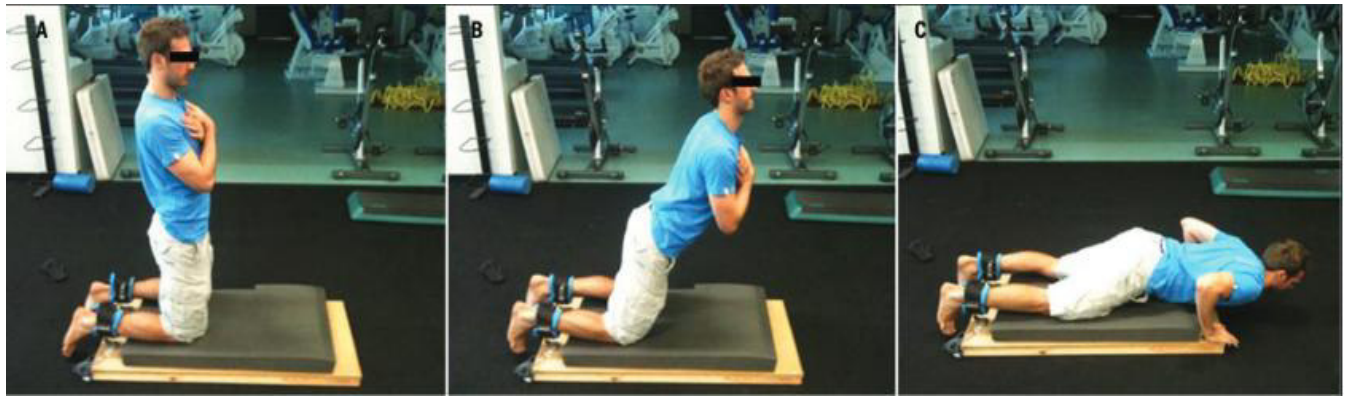


Figura 2. Secuencia del ejercicio NordicHamstring..

Fuente: Adaptado de Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). *Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. Sports Medicine*, 43(3), 209-226.

V. i. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados de forma descriptiva mediante medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desvío estándar, rango). Además, se calcularon los porcentajes de asimetrías superiores al 10%. El análisis se realizó con el software Microsoft Excel en su versión 2021.

VI. Resultados

Se evaluaron un total de 27 jugadoras del plantel superior aficionado del “Club Santa Bárbara”, mediante la medición de fuerza excéntrica de los isquiotibiales con el dispositivo NordBord, a través de la ejecución del ejercicio NordicHamstring. Esta herramienta permitió obtener valores precisos sobre la fuerza ejercida por cada extremidad inferior durante una contracción excéntrica controlada.

VI.a Resultados de fuerza máxima excentrica

El análisis de la fuerza máxima excéntrica arrojó un valor promedio de asimetría del 7,72% ($\pm 4,83$), con un rango de valores entre 0,36% y 16,44%. En cuanto a los umbrales clínicos establecidos, se observó que 9 jugadoras (33,3%) superaron el umbral clínico del 10%, mientras que 2 jugadoras (7,4%) excedieron el 15%, considerado de mayor riesgo clínico.

En la Figura 3, se presenta un gráfico de barras que muestra el porcentaje de asimetría en la fuerza máxima excéntrica individual de cada una de las jugadoras evaluadas. Las líneas de corte en color naranja (10%) y rojo (15%) permiten visualizar cuántas deportistas superan dichos umbrales de referencia.

La Figura 4 complementa esta información incorporando la posición en el campo de cada jugadora como variable de color. Esta visualización permite identificar la distribución de las asimetrías en relación con el rol táctico de cada deportista, diferenciando a las delanteras, volantes, defensoras, arqueras y jugadoras con doble rol (defensora/volante). Este gráfico aporta un enfoque más contextualizado y puede resultar útil para posteriores análisis según las demandas posicionales del juego.

Finalmente, la Figura 5 muestra una tabla con el Top 10 de jugadoras con mayor porcentaje de asimetría. En ella se incluye información adicional como la posición en el campo y el lado dominante, permitiendo una visión más detallada de los casos que presentaron los valores más elevados en la muestra.

Se pueden observar las figuras y la tabla descripta anteriormente.

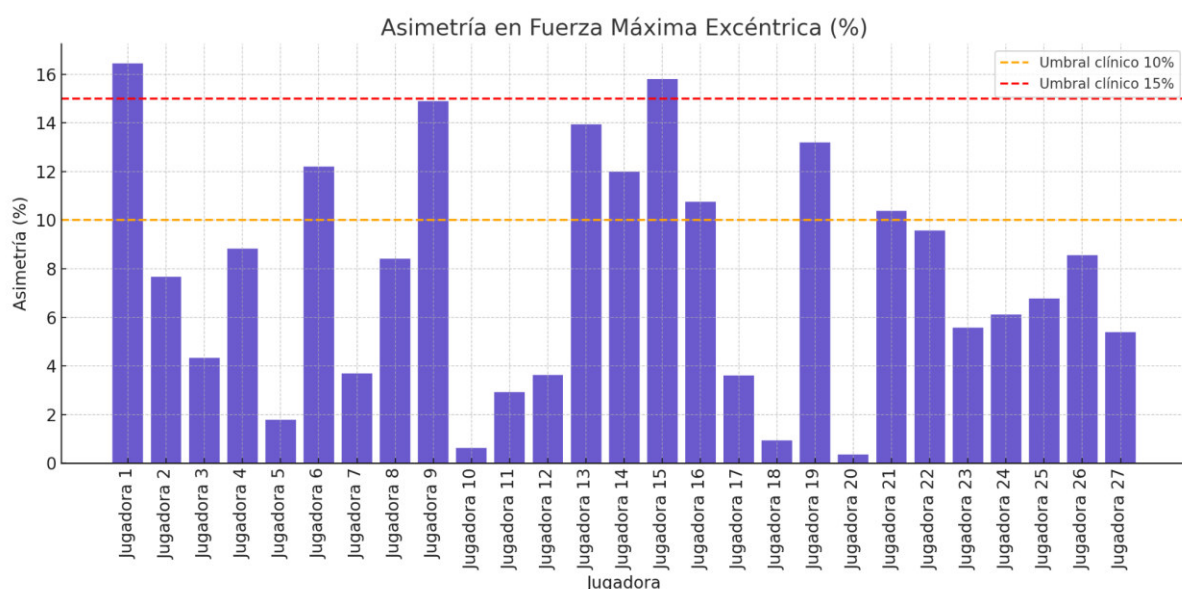


Figura 3. Asimetría en fuerza máxima excéntrica

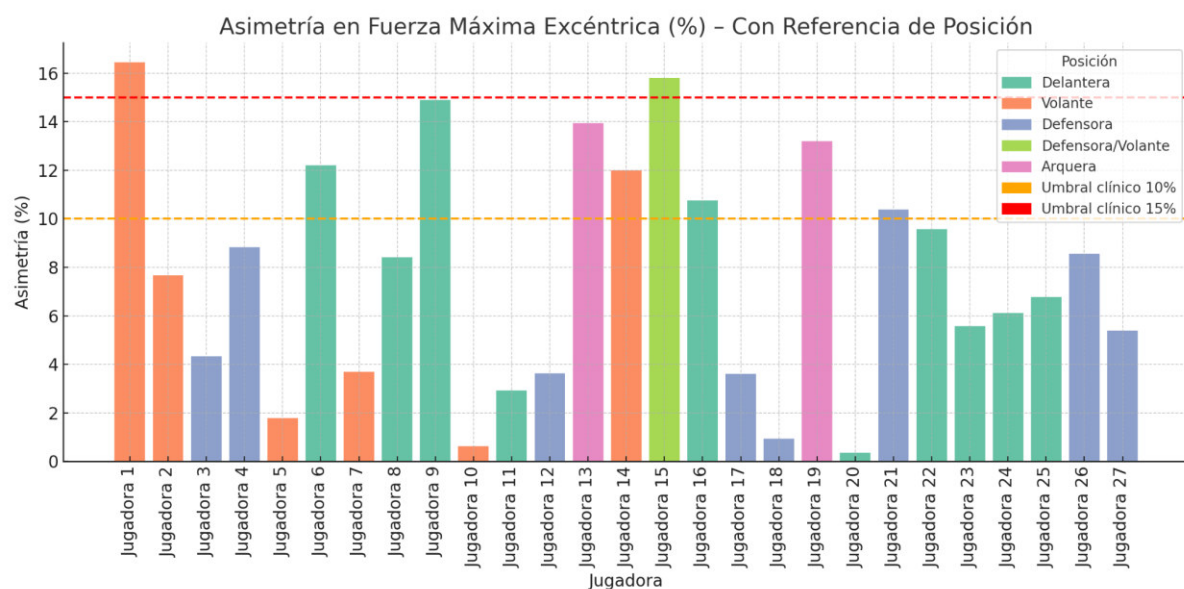


Figura 4. Asimetría en fuerza máxima excéntrica dividida por posición de campo

En la Tabla 1 se listan las 10 jugadoras con mayores niveles de asimetría.

Top 10 Asimetría en Fuerza Máxima Excéntrica (%)

Etiqueta	Max Force (%)	Posición	Lado Dominante
Jugadora 1	16.44	Volante	Derecho
Jugadora 15	15.8	Defensora/Volante	Derecho
Jugadora 9	14.9	Delantera	Izquierdo
Jugadora 13	13.94	Arquera	Derecho
Jugadora 19	13.2	Arquera	Izquierdo
Jugadora 6	12.2	Delantera	Derecho
Jugadora 14	11.99	Volante	Derecho
Jugadora 16	10.76	Delantera	Izquierdo
Jugadora 21	10.39	Defensora	Izquierdo
Jugadora 22	9.57	Delantera	Derecho

Tabla 1. Top 10 jugadoras con mayor asimetría en fuerza máxima.

V.Ib Resultados del impulso excéntrico

En relación al impulso excéntrico, esta variable, se entiende como la fuerza excéntrica sostenida durante el tiempo de contracción, constituye una métrica funcional de interés para deportes como el hockey, donde las acciones explosivas se combinan con posturas mantenidas en flexión de tronco y rodillas.

El análisis reveló una media de asimetría del 9,76% ($\pm 8,78$), con un rango de valores que osciló entre 1,45% y 41,10%. En este caso, 10 jugadoras (37%) superaron el umbral clínico del 10%, mientras que 5 jugadoras (18,5%) presentaron valores superiores al 15%.

La Figura 5 muestra la distribución individual de los porcentajes de asimetría en impulso excéntrico, con líneas de referencia que marcan los umbrales clínicos del 10% y 15%. En la Figura 6, los mismos datos se presentan diferenciados por posición en el campo, permitiendo observar cómo se distribuyen los niveles de asimetría según el rol táctico desempeñado. Por último, la Tabla 2 presenta a las diez jugadoras con mayor porcentaje de asimetría, junto con su posición y lateralidad dominante.

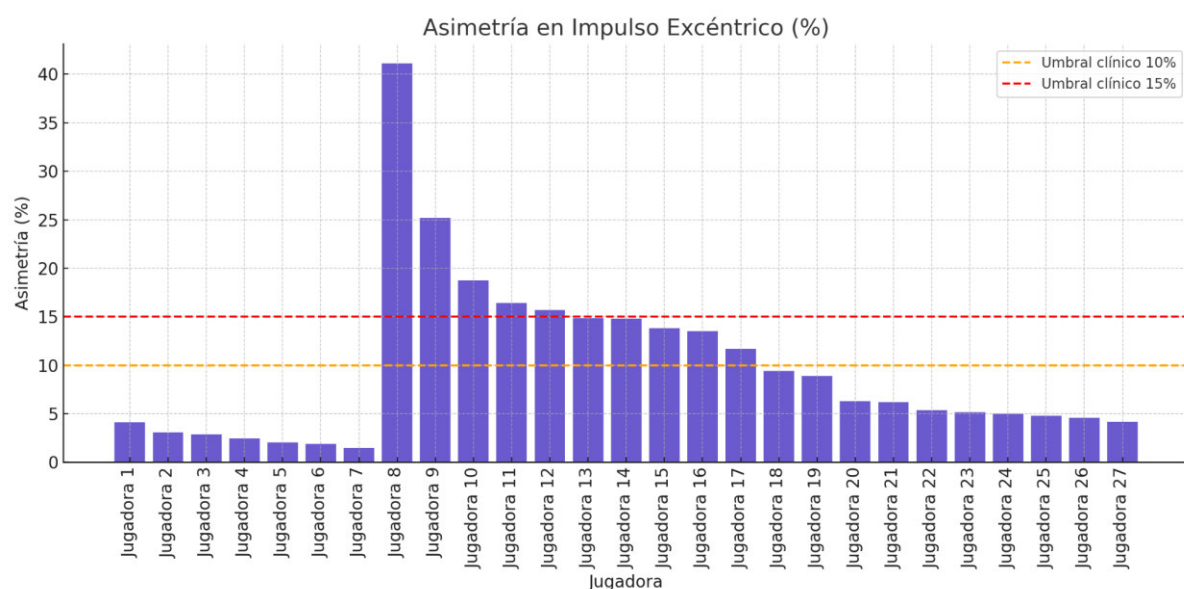


Figura 5. Asimetría en impulso eléctrico

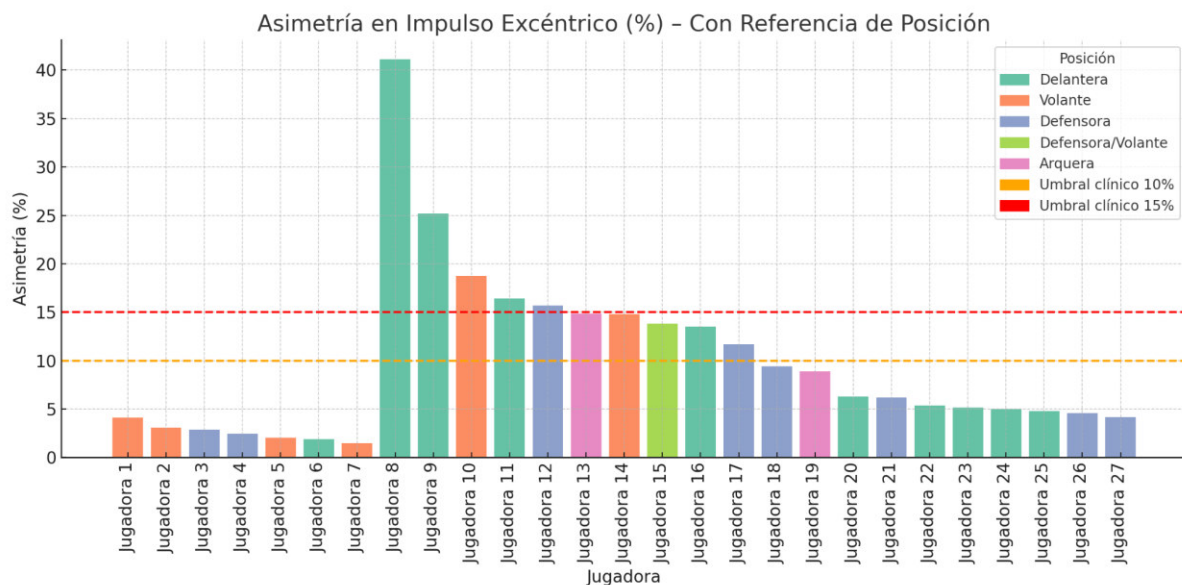


Figura 6. Asimetría en impulso eléctrico dividida por posición de campo

Top 10 Asimetría en Impulso Excéntrico (%)

Etiqueta	Impulse (%)	Posición	Lado Dominante
Jugadora 8	41.1	Delantera	Derecho
Jugadora 9	25.2	Delantera	Derecho
Jugadora 10	18.73	Volante	Izquierdo
Jugadora 11	16.4	Delantera	Derecho
Jugadora 12	15.69	Defensora	Izquierdo
Jugadora 13	14.84	Arquera	Derecho
Jugadora 14	14.81	Volante	Derecho
Jugadora 15	13.8	Defensora/Volante	Izquierdo
Jugadora 16	13.51	Delantera	Izquierdo
Jugadora 17	11.67	Defensora	Derecho

Tabla 2. Top 10 jugadoras en asimetría en impulso eléctrico

V.Ic Resultados entre la fuerza máxima excéntrica y el impulso excéntrico

Al analizar la relación entre las métricas de fuerza máxima e impulso, se observa una tendencia general hacia la presencia de asimetrías elevadas en ambas variables. Sin embargo, los resultados no muestran una relación estrictamente proporcional entre ellas. En algunos casos, como el de la Jugadora 16, se identificaron valores elevados en ambas métricas,

mientras que en otras jugadoras se evidenciaron discrepancias significativas, con una alta asimetría en el impulso y valores normales en la fuerza máxima, o viceversa.

Esto sugiere que ambas mediciones captan aspectos distintos de la función neuromuscular: la fuerza máxima refleja la capacidad explosiva inmediata, mientras que el impulso está más vinculado al control excéntrico sostenido, especialmente útil en gestos deportivos prolongados o bajo fatiga (8). Por lo tanto, se considera fundamental el análisis conjunto de ambas variables para obtener una visión integral del estado funcional del grupo isquiotibial.

Esta divergencia refuerza la importancia de evaluar ambas dimensiones de la contracción excéntrica, evitando la limitación a una sola métrica. La identificación de perfiles individuales que combinan las dos variables permitiría el diseño de estrategias de entrenamiento más específicas, orientadas no solo a mejorar el rendimiento, sino también a reducir de forma integral el riesgo de lesión.

Esto se puede observar en el siguiente gráfico de dispersión entre ambas variables.

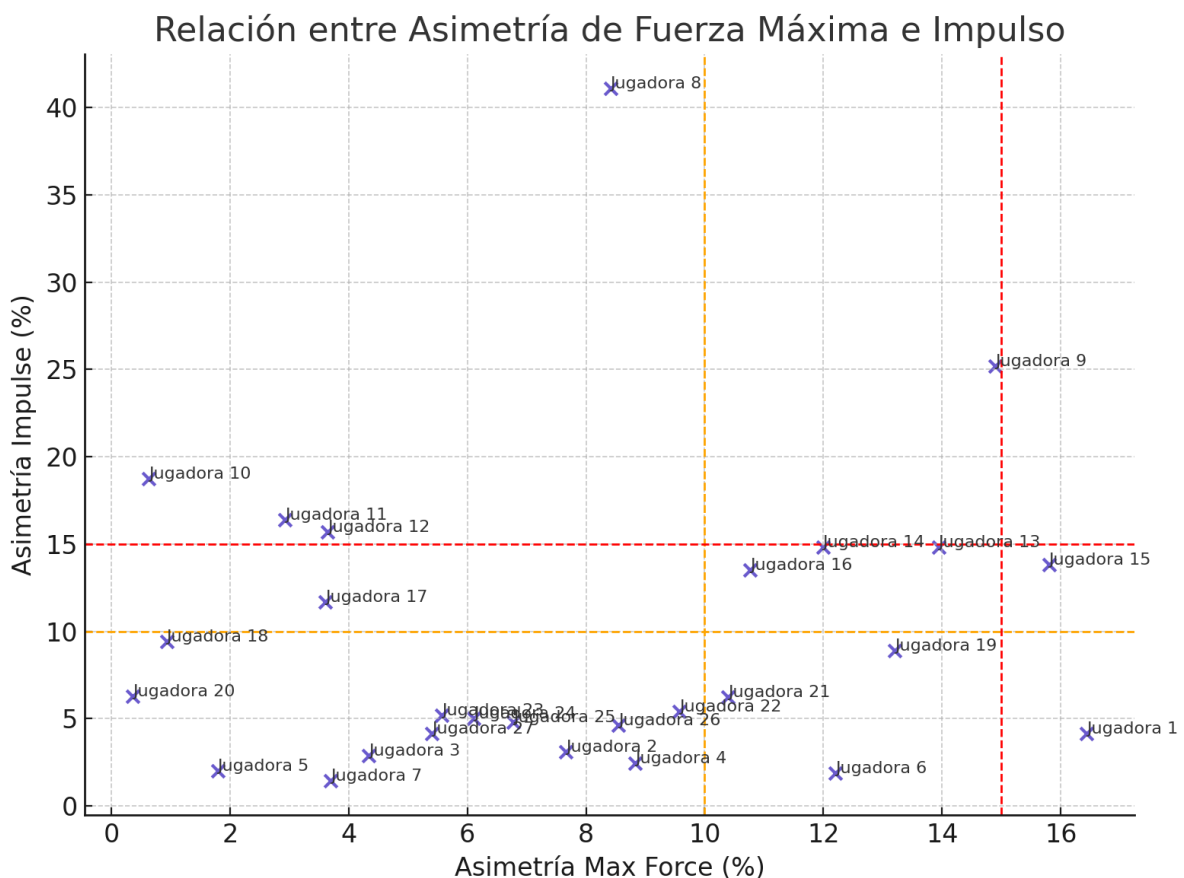


Figura 3. Relación entre fuerza máxima e impulso

VII. Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo principal describir y analizar los niveles de fuerza excéntrica de los isquiotibiales y sus respectivas asimetrías funcionales en una muestra de jugadoras de hockey amateur del plantel superior. A partir de este objetivo general, se plantearon tres objetivos específicos:

1. Cuantificar los niveles de fuerza excéntrica y detectar asimetrías funcionales entre los miembros inferiores.
2. Analizar el comportamiento de dichas variables en función de la posición táctica que ocupa cada jugadora en el campo de juego.
3. Interpretar los hallazgos a la luz de la evidencia científica existente y discutir su posible aplicación en estrategias preventivas dentro del contexto deportivo amateur.

Esta sección se organiza en torno a esos tres ejes, integrando los resultados obtenidos con referencias actualizadas de la literatura científica, con el fin de construir una mirada crítica sobre el alcance y las implicancias del estudio.

Antes de abordar en detalle cada objetivo, resulta pertinente señalar algunas fortalezas y limitaciones metodológicas del presente trabajo.

Una de las principales fortalezas radica en la aplicación de tecnología validada, como el sistema *NordBord*, en un contexto amateur, donde este tipo de evaluaciones aún no se encuentran sistematizadas. La elección del ejercicio *NordicHamstring* permitió cuantificar no solo la fuerza máxima excéntrica, sino también el impulso excéntrico, aportando una evaluación funcional más completa del estado neuromuscular. Asimismo, la inclusión de la posición táctica como variable de análisis brindó una lectura más específica de las demandas biomecánicas, fortaleciendo la contextualización de los datos dentro de la lógica del juego.

El protocolo fue desarrollado en condiciones estandarizadas, con entrada en calor previa, supervisión profesional, y tres intentos máximos por jugadora, lo cual aumenta la consistencia y validez interna de los datos recolectados. La consideración de aspectos como el lado dominante y la presentación anónima de los resultados también contribuyó al rigor del estudio.

Sin embargo, se identificaron limitaciones importantes. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra ($n=27$) impide extrapolar los hallazgos a otras poblaciones o niveles de

competencia. Tampoco se contemplaron variables adicionales como el historial de lesiones, la frecuencia de entrenamiento semanal, o el uso de rutinas de fortalecimiento específicas, que podrían influir en las asimetrías observadas. Además, al tratarse de un diseño transversal, no se puede establecer relación causal ni analizar la evolución temporal de los perfiles neuromusculares.

A pesar de estas limitaciones, el estudio representa un aporte valioso dentro del campo de la prevención en hockey amateur y constituye una base sólida para futuras investigaciones que busquen incorporar evaluaciones funcionales y estrategias de intervención individualizadas.

VII.a Cuantificación de la fuerza excéntrica y detección de asimetrías funcionales

El primer objetivo específico de este estudio fue cuantificar los niveles de fuerza excéntrica de isquiotibiales en jugadoras de hockey amateur y detectar la presencia de asimetrías funcionales entre ambos miembros inferiores. Para ello, se utilizó el ejercicio NordicHamstring como herramienta de evaluación y el sistema NordBord como dispositivo de medición, lo que permitió obtener datos tanto de fuerza máxima excéntrica como de impulso excéntrico de cada pierna de forma independiente.

Los resultados obtenidos muestran una alta variabilidad individual en ambas métricas. En fuerza máxima, la media de asimetría fue del 7,72% ($\pm 4,83$), mientras que en impulso excéntrico fue del 9,76% ($\pm 8,78$). Estas diferencias sugieren que, si bien la mayoría de las jugadoras presentó valores por debajo del umbral clínico del 10%, una proporción considerable superó este límite: 33,3% en fuerza máxima y 37% en impulso, con un subgrupo que incluso superó el 15%, considerado de mayor riesgo.

Por ejemplo, en fuerza máxima, se identificaron niveles superiores al 15% en la Jugadora 1 (volante) con 16,44% y en la Jugadora 15 (defensora/volante) con 15,8%. Ambas superaron el umbral clínico del 15%, y representan perfiles con alto riesgo potencial. En cuanto al impulso excéntrico, la Jugadora 8 (delantera) mostró una asimetría del 41,1%, seguida por la Jugadora 9 (delantera) con 25,2% y la Jugadora 10 (volante) con 18,73%, posicionándose como los valores más elevados de la muestra.

Desde el punto de vista clínico, estos valores adquieren relevancia, ya que se ha propuesto que asimetrías superiores al 10-15% en fuerza excéntrica podrían estar asociadas a un mayor

riesgo de lesión muscular en miembros inferiores, particularmente en los isquiotibiales (Croisier et al., 2002) (6). Estos déficits pueden alterar la estabilidad dinámica durante el movimiento, comprometer la eficiencia mecánica de la cadena posterior y generar compensaciones que aumenten la carga sobre otras estructuras.

A su vez, Opar et al. (2013)(10) destacaron que la pérdida de fuerza excéntrica puede persistir incluso luego del retorno deportivo tras una lesión, lo que convierte a este tipo de evaluación en una herramienta valiosa para el monitoreo de la rehabilitación y la prevención de recaídas. En este sentido, la medición del impulso excéntrico, como métrica adicional, resulta especialmente útil. Wiesinger et al. (2019) y Högberg et al. (2022) sostienen que el impulso refleja de manera más sensible la capacidad de mantener la producción de fuerza a lo largo del tiempo, lo cual tiene mayor correlación con las exigencias funcionales del deporte que la simple medición del pico de fuerza(11)(12).

En línea con esto, en nuestro estudio fue precisamente el impulso la variable que mostró mayor cantidad de casos por encima del umbral clínico, lo que coincide con lo planteado por estos autores. Esto valida la decisión metodológica de incorporar ambas métricas, ya que fuerza máxima e impulso no son intercambiables, sino que aportan información complementaria sobre diferentes aspectos del rendimiento neuromuscular (11). En este sentido, la presencia de jugadoras con disociación entre ambas variables, como por ejemplo la **Jugadora 10 (volante)** que mostró una alta asimetría en impulso (18,73%) y un valor inferior en fuerza máxima, sugiere que ciertos déficits funcionales podrían pasar desapercibidos si se utilizara solo una de estas métricas.

Por otra parte, estudios como los de Chumanov et al. (2011) y Yu et al. (2008) han demostrado que durante la fase terminal del ciclo de carrera —donde los isquiotibiales se activan excéntricamente para desacelerar la pierna— existe una alta demanda tensional sobre esta musculatura, especialmente en el bíceps femoral. En este momento crítico, la capacidad de contracción excéntrica es clave para prevenir el daño por elongación excesiva, y las asimetrías podrían comprometer la tolerancia de carga de alguno de los dos miembros (5)(9).

Desde una perspectiva aplicada, identificar estas diferencias permite diseñar intervenciones específicas, como programas de fortalecimiento unilateral o protocolos correctivos, especialmente en jugadoras con antecedentes de lesión o con valores por encima del 10-15%. Además, en el ámbito amateur, donde no siempre se dispone de un equipo médico o kinésico

constante, disponer de un perfil funcional de fuerza puede ser una herramienta preventiva de gran valor.

Finalmente, estos hallazgos coinciden con lo reportado por Cuthbert et al. (2021), quienes subrayan la necesidad de aplicar criterios clínicos más sensibles en poblaciones femeninas activas, ya que el patrón lesional y la respuesta al entrenamiento pueden diferir de las observadas en varones o en atletas profesionales (13)

VII.b Importancia de la evaluación del impulso excéntrico como variable complementaria

Además de la fuerza máxima excéntrica, la presente investigación consideró el análisis del impulso excéntrico como una métrica complementaria. Esta decisión metodológica responde a estudios previos que demuestran que ambas variables reflejan dimensiones distintas de la función neuromuscular, y que su evaluación conjunta permite una interpretación más completa del estado funcional de los isquiotibiales (11).

En nuestra muestra, el impulso excéntrico mostró mayor sensibilidad para detectar desequilibrios funcionales. Un 37% de las jugadoras superó el umbral clínico del 10% en esta variable, frente al 33,3% en el caso de la fuerza máxima. Este hallazgo concuerda con lo planteado por Wiesinger et al. (2019) y Högberg et al. (2022), quienes sostienen que el impulso es más representativo de la capacidad muscular de sostener la producción de fuerza a lo largo del tiempo de contracción, especialmente en deportes con demandas prolongadas o repetitivas como el hockey (11)(12).

Desde la perspectiva clínica, la métrica del impulso excéntrico parece identificar casos que podrían pasar desapercibidos si solo se analizara la fuerza pico. Un ejemplo de ello es la Jugadora 8 (delantera), quien presentó una asimetría de 41,1% en impulso —el valor más alto registrado—, pero una asimetría de solo 3,99% en fuerza máxima. Estas diferencias ilustran cómo el análisis complementario de ambas variables puede revelar perfiles neuromusculares más completos y matizados.

Además, se observaron casos inversos: jugadoras que presentaron valores altos en fuerza máxima, pero menores en impulso, como la Jugadora 1 (volante) con 16,44% en fuerza máxima y solo 3,72% en impulso. Este tipo de hallazgos sugiere que algunas atletas pueden

tener una buena capacidad para generar picos de fuerza breves, pero deficiencias en mantener esa fuerza a lo largo de la contracción, o viceversa.

Este comportamiento diferencial refuerza lo propuesto por Opar et al. (2013), quienes señalan que los déficits excéntricos pueden persistir con distintos patrones en función de la métrica utilizada, y que la evaluación aislada de una sola variable podría subestimar el riesgo funcional (10). Asimismo, autores como Cuthbert et al. (2021) proponen incluir ambas mediciones como parte de un perfil neuromuscular integral, especialmente en contextos donde se busque una prevención proactiva de lesiones en deportistas amateur (13).

Desde una perspectiva aplicada, el uso conjunto de ambas métricas permitió categorizar a las jugadoras en distintos perfiles de riesgo. Las que presentaron valores elevados en ambas variables —como la Jugadora 15 (defensora/volante) con 15,8% en fuerza máxima y 13,8% en impulso, o la Jugadora 9 (delantera) con valores elevados en ambas métricas— podrían beneficiarse de programas correctivos más intensivos. En cambio, aquellas con disociación entre ambas variables podrían requerir enfoques más específicos, centrados en la calidad o la duración del estímulo muscular.

Un caso particular que merece atención es el de la jugadora 8, quien presentó la mayor asimetría en impulso excéntrico de toda la muestra, con un valor del 41,1%. Este resultado adquiere mayor relevancia si se considera que, tras observar esta diferencia marcada con respecto a sus compañeras, me encargué personalmente de consultarle su caso, y ella refirió haber sufrido una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) durante su etapa formativa, específicamente cuando jugaba en 7ª división. Esta observación coincide con lo señalado por Croisier et al. (2002) y Opar et al. (2013), quienes indican que las secuelas neuromusculares tras este tipo de lesiones pueden persistir durante años, especialmente si no se abordaron mediante protocolos específicos de rehabilitación excéntrica (6)(10). En este sentido, el hallazgo de una asimetría tan marcada podría estar reflejando una debilidad residual en el miembro afectado, lo cual justificaría la implementación de intervenciones correctivas específicas y el seguimiento periódico de este perfil funcional.

Estos resultados refuerzan la importancia de no considerar a fuerza máxima e impulso como sinónimos, sino como indicadores complementarios. Su análisis conjunto ofrece una visión más rica del estado neuromuscular de las jugadoras, permitiendo diseñar intervenciones

individualizadas, especialmente valiosas en el ámbito amateur donde los recursos suelen ser limitados.

VII.c Influencia de la posición en el campo sobre los niveles de asimetría

Una de las fortalezas del presente estudio fue la inclusión de la variable “posición táctica en el campo” como criterio de análisis. En un deporte como el hockey sobre césped, donde las demandas físicas, técnicas y posturales varían según el rol, esta diferenciación resulta clave para contextualizar los datos obtenidos.

Los resultados sugieren que las jugadoras que ocupan posiciones ofensivas —principalmente delanteras y volantes— presentan con mayor frecuencia niveles de asimetría funcional superiores al umbral clínico. Por ejemplo, dentro del Top 5 de asimetría en impulso excéntrico, se encuentran la Jugadora 8 (delantera) con un 41,1%, la Jugadora 9 (delantera) con un 25,2% y la Jugadora 10 (volante) con un 18,73%. Del mismo modo, en fuerza máxima, la Jugadora 1 (volante) y la Jugadora 15 (defensora/volante) superaron el 15%, valor considerado de mayor riesgo.

Este patrón coincide con lo reportado por Barboza et al. (2018), quienes observaron que las jugadoras ofensivas presentan una mayor incidencia de lesiones musculares, debido a que están expuestas a una mayor frecuencia de sprints, desaceleraciones, giros, frenadas y cambios de dirección (14). Asimismo, Hollander et al. (2018) remarcan que los gestos técnicos explosivos y asimétricos en el hockey pueden provocar desequilibrios musculares si no son compensados con entrenamiento específico (2).

Desde el punto de vista biomecánico, este comportamiento también se puede explicar por el tipo de exigencia neuromuscular que enfrentan las jugadoras ofensivas. Los movimientos de aceleración/desaceleración exigen activaciones excéntricas rápidas y eficaces de los isquiotibiales, algo que se torna más desafiante si existen desequilibrios de fuerza entre ambos miembros. Estudios como los de Chumanov et al. (2011) y Yu et al. (2008) evidencian que el momento de desaceleración de la pierna en fase final del balanceo es particularmente crítico para el bíceps femoral, lo que refuerza la importancia del control excéntrico en acciones explosivas (5)(9).

Por el contrario, en jugadoras que ocupan posiciones más defensivas o estáticas —como arqueras o defensoras— los niveles de asimetría tienden a ser más bajos, con algunas excepciones. La Jugadora 13 (arquera) mostró un 13,94% en fuerza máxima y 14,84% en impulso, ubicándose en ambos rankings de mayor asimetría. Esto sugiere que incluso en roles con menor volumen de desplazamiento, otros factores como posturas mantenidas, movimientos repetitivos unilaterales (como empujes laterales) o historias de lesión pueden contribuir al desarrollo de asimetrías relevantes.

Este hallazgo concuerda con lo planteado por Gérard et al. (2020), quienes destacaron que incluso en actividades con baja locomoción, la sobrecarga repetitiva o la falta de simetría en tareas específicas puede inducir desequilibrios funcionales (15). Asimismo, autores como Lee et al. (2017) señalan que las jugadoras con bajo torque excéntrico, especialmente en entornos sin entrenamiento estructurado, presentan una probabilidad significativamente mayor de lesionarse(16).

En este sentido, incorporar la posición táctica como variable analítica permite una lectura más ajustada a la realidad funcional del juego y abre la posibilidad de diseñar programas de prevención diferenciados. Por ejemplo, las jugadoras ofensivas podrían beneficiarse de un trabajo excéntrico más intenso o específico, mientras que las defensoras y arqueras podrían requerir estrategias orientadas al equilibrio postural o al fortalecimiento unilateral.

Finalmente, esta forma de segmentación funcional aporta un valor añadido al estudio, permitiendo no solo detectar asimetrías individuales, sino también identificar patrones colectivos según el rol en el campo, lo cual es especialmente útil en contextos donde no se dispone de evaluaciones regulares o seguimiento longitudinal.

VII.d Aplicación práctica de los hallazgos en contextos de entrenamiento y prevención

Los hallazgos de este estudio tienen implicancias directas en el diseño de intervenciones preventivas y correctivas dentro del ámbito del hockey amateur. Evaluar y cuantificar la fuerza excéntrica de isquiotibiales, así como detectar asimetrías funcionales, permite anticipar potenciales factores de riesgo y diseñar estrategias de entrenamiento más ajustadas a las necesidades individuales de cada jugadora.

Como mencionan Opar et al. (2013), las pruebas de fuerza excéntrica pueden detectar déficits residuales incluso en deportistas asintomáticos, lo que convierte al NordicHamstringExercise (NHE) en una herramienta valiosa para el monitoreo longitudinal de la salud muscular (10). Del mismo modo, Croisier et al. (2002) demostraron que la identificación temprana de desequilibrios de fuerza puede reducir significativamente la incidencia de lesiones musculares mediante intervenciones específicas (6).

En nuestra muestra, el análisis conjunto de fuerza máxima e impulso excéntrico permitió detectar diferentes perfiles neuromusculares. Por ejemplo, jugadoras como la Jugadora 15(defensora/volante) presentaron valores elevados en ambas métricas (15,8% en fuerza y 13,8% en impulso), lo cual las posiciona dentro del grupo de mayor riesgo funcional. En cambio, la Jugadora 1 (volante) mostró alta asimetría en fuerza máxima (16,44%) pero una asimetría mucho menor en impulso (3,72%), lo que sugiere una buena tolerancia al esfuerzo prolongado, aunque con déficits en la producción de fuerza pico.

Este tipo de diferencias avala lo expuesto por Wiesinger et al. (2019) y Högberg et al. (2022), quienes destacan que fuerza e impulso son métricas no equivalentes, y que el impulso presenta mayor sensibilidad para identificar alteraciones funcionales sostenidas, especialmente en gestos deportivos de duración prolongada (11)(12). Su inclusión en evaluaciones funcionales permite no solo un diagnóstico más completo, sino también una planificación del entrenamiento más precisa.

Autores como Cuthbert et al. (2021) sugieren que estos perfiles funcionales deberían ser utilizados en todos los niveles del deporte, especialmente en poblaciones femeninas activas, donde el patrón lesional puede diferir significativamente del observado en atletas masculinos (13). En el mismo sentido, Stastny et al. (2018) resaltan la necesidad de adaptar el entrenamiento de fuerza a los desequilibrios detectados, promoviendo el trabajo unilateral excéntrico como método eficaz para reducir asimetrías (17).

Este enfoque puede aplicarse en contextos de recursos limitados como el hockey amateur, donde muchas veces no se cuenta con cuerpos médicos permanentes ni con evaluaciones funcionales sistematizadas. Incorporar herramientas sencillas como el NHE permite generar intervenciones basadas en evidencia, incluso en entornos no profesionales.

En este estudio, el 37% de las jugadoras superó el umbral clínico del 10% en impulso excéntrico y el 33,3% en fuerza máxima, lo cual pone en evidencia que, aún en planteles amateurs, existen deficiencias funcionales que podrían incrementarse con la carga competitiva acumulada a lo largo de la temporada. Este hallazgo refuerza lo propuesto por Gérard et al. (2020), quienes señalaron que los entrenamientos de fuerza excéntrica no solo reducen el riesgo lesional, sino que también inducen adaptaciones estructurales beneficiosas en el músculo isquiotibial, como el aumento del fascículo del bíceps femoral (10)(15).

Otro aspecto relevante es la relación entre las asimetrías funcionales y la posición en el campo. Las jugadoras ofensivas —como delanteras o volantes— fueron quienes presentaron mayor prevalencia de asimetrías elevadas, lo que coincide con estudios como el de Barboza et al. (2018), donde se asoció el rol ofensivo con un mayor riesgo lesional debido a los gestos técnicos explosivos y repetitivos (14). Como estrategia práctica, se recomienda implementar trabajos preventivos diferenciados según la posición táctica, adaptando el volumen y tipo de ejercicio excéntrico a las demandas del rol específico de cada jugadora.

Finalmente, la aplicación de estos resultados debe entenderse en un marco de planificación integral. Como plantean Cornelissen et al. (2020), la carga de lesión en hockey amateur —medida en días perdidos por lesión por cada 1.000 horas de juego— puede ser significativa, y su reducción debería ser un objetivo prioritario en todos los niveles del deporte (1). Incorporar evaluaciones funcionales como parte de la rutina pretemporada o durante períodos de alta carga representa un paso concreto hacia una cultura preventiva más sólida, donde el monitoreo continuo del estado muscular permita mantener a las jugadoras disponibles y en condiciones óptimas para competir.

VII.eProyecciones a futuro y nuevas líneas de investigación

Los hallazgos de este estudio no solo permiten reflexionar sobre el estado actual de las jugadoras evaluadas, sino que también abren diversas líneas de investigación futuras, con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre la fuerza excéntrica en el hockey amateur y su relación con la prevención de lesiones.

En primer lugar, sería valioso incorporar un seguimiento longitudinal, es decir, realizar evaluaciones en diferentes momentos de la temporada (pretemporada, etapa competitiva y receso), para observar la evolución de los valores de fuerza y asimetría. Autores como Oparet

al. (2013) y Gérard et al. (2020) señalan que la fuerza excéntrica puede verse afectada por la fatiga acumulada y la carga de entrenamiento, por lo cual su monitoreo sistemático es clave para la toma de decisiones en tiempo real(10)(15).

Una segunda línea de interés es la incorporación de variables asociadas al historial de lesiones, lo cual permitiría establecer si existe una relación directa entre ciertos patrones de asimetría y antecedentes de desgarros, algo sugerido en trabajos previos como los de Croisier et al. (2002) y Yu et al. (2008), quienes destacaron que los déficits excéntricos persistentes pueden actuar como predictores lesionales incluso en ausencia de síntomas clínicos (6)(9). En este sentido, registrar episodios previos, zonas lesionadas y tiempos de recuperación ampliaría el marco interpretativo de los datos obtenidos.

Asimismo, futuras investigaciones podrían contemplar el análisis de la fuerza concéntrica, isométrica y la ratio concéntrica/excéntrica, como ya se realiza en estudios de alto rendimiento. Esto permitiría construir perfiles musculares más completos. También podría añadirse el uso de tecnologías de análisis de movimiento o electromiografía para observar la activación muscular durante gestos específicos del hockey (como la arrastrada o el flick), tal como se explora en trabajos como los de Chaeroni et al. (2024) y Chumanov et al. (2011) (5)(18)

Otro aspecto relevante es la consideración de variables contextuales como el rol titular o suplente, la frecuencia semanal de entrenamiento, la edad de inicio en el deporte, y el nivel competitivo previo. Estos factores podrían ayudar a entender si ciertos perfiles musculares responden a cargas históricas acumuladas o a diferencias actuales en las demandas físicas. Además, sería interesante incorporar un análisis más detallado por posición táctica, no solo agrupando a las jugadoras en defensas, volantes y delanteras, sino también contemplando funciones específicas como laterales, centrales, interiores o delanteras de punta, que podrían implicar diferentes demandas excéntricas.

Finalmente, una línea poco explorada en la literatura es el estudio de las adaptaciones al entrenamiento excéntrico en contextos amateurs, especialmente en mujeres deportistas. La mayoría de los estudios analizados se centran en varones o en atletas profesionales, lo que deja una brecha en la evidencia científica. Iniciar estudios controlados en esta población permitiría evaluar el impacto real de intervenciones excéntricas personalizadas en la reducción de asimetrías y en la prevención de lesiones a mediano y largo plazo.

En síntesis, los resultados de este estudio no solo permiten visualizar el estado neuromuscular actual de una muestra representativa de jugadoras de hockey amateur, sino que también evidencian la utilidad clínica y preventiva de incorporar evaluaciones excéntricas sistemáticas en contextos no profesionales. La combinación de datos objetivos, el análisis por posición táctica y el uso de métricas complementarias como la fuerza máxima y el impulso excéntrico, permitieron construir un perfil funcional integral con potencial aplicabilidad en el campo. Esta evidencia, sustentada por numerosos autores y validada por herramientas confiables, invita a repensar el abordaje tradicional de la prevención de lesiones, destacando la importancia de individualizar la carga, intervenir sobre desequilibrios detectados y fomentar una cultura de monitoreo continuo. En este marco, el hockey amateur se presenta como un terreno fértil para seguir explorando estrategias basadas en la ciencia, que promuevan no solo el rendimiento, sino también la salud y la disponibilidad de las jugadoras a lo largo del tiempo.

VIII. Conclusiones

El presente trabajo logró cumplir con su objetivo principal: describir y analizar la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y las asimetrías funcionales en una muestra de jugadoras de hockey amateur. A través de la utilización del ejercicio *NordicHamstring* y la tecnología *NordBord*, fue posible obtener información objetiva y específica sobre el estado neuromuscular de las deportistas.

Los hallazgos permitieron visibilizar la presencia de asimetrías en ambas variables evaluadas (fuerza máxima e impulso excéntrico), reforzando la importancia de considerar este tipo de mediciones como herramientas complementarias para el monitoreo, la prevención de lesiones y el diseño de intervenciones individualizadas. La inclusión del análisis por posición en el campo permitió enriquecer la interpretación de los resultados en función de las demandas propias del juego.

Este estudio aporta valor dentro del ámbito amateur, donde este tipo de evaluaciones aún no se encuentran sistematizadas. Si bien presenta limitaciones metodológicas —como el tamaño de la muestra, la falta de seguimiento longitudinal o la ausencia de datos sobre historial

lesional—, representa un paso importante hacia la incorporación de evaluaciones funcionales en entornos de formación y competencia deportiva no profesional.

En particular, la detección de un número considerable de jugadoras con asimetrías por encima de los umbrales clínicos en una etapa temprana de la temporada permite inferir que ciertas deficiencias podrían estar presentes incluso antes del inicio del calendario competitivo. Esto refuerza la necesidad de implementar estrategias preventivas adaptadas a las características individuales y al rol táctico de cada deportista, priorizando el entrenamiento excéntrico y la corrección de desequilibrios como pilares de una intervención efectiva.

Asimismo, esta investigación invita a seguir profundizando en el estudio de la fuerza excéntrica y sus desequilibrios, entendiendo que su monitoreo puede contribuir no solo al rendimiento, sino también al cuidado integral de las jugadoras. Promover una cultura de evaluación y prevención, incluso en contextos amateurs, resulta una estrategia fundamental para sostener la salud y la disponibilidad de las deportistas a lo largo de toda la temporada.

IX. Referencia

1. Cornelissen M, Kemler E, Verhagen E, Gouttebarga V. A systematic review of injuries in recreational field hockey: From injury problem to prevention. *J Sports Sci.* 1 de septiembre de 2020;38(17):1953-74.
2. Hollander K, Wellmann K, Eulenburg CZ, Braumann KM, Junge A, Zech A. Epidemiology of injuries in outdoor and indoor hockey players over one season: a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* septiembre de 2018;52(17):1091-6.
3. de Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca JJ, Domínguez-Cobo S. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Rev Andal Med Deporte.* marzo de 2013;6(1):30-7.
4. Rees H, McCarthy Persson U, Delahunt E, Boreham C, Blake C. The burden of injury in field hockey: A secondary analysis of prospective cohort data. *Scand J Med Sci Sports.* abril de 2021;31(4):884-93.
5. Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med.* febrero de 2012;46(2):90-90.
6. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders. *Am J Sports Med.* marzo de 2002;30(2):199-203.
7. Palaniappan R, Sundar V. BIOMECHANICAL ANALYSIS OF PENALTY CORNER DRAG FLICK IN FIELD HOCKEY. *N Z.* 2018;
8. Rose CP. Injuries in Women's Field Hockey: A Four-Year Study. *Phys Sportsmed.* marzo de 1981;9(3):97-100.
9. Yu B, Queen RM, Abbey AN, Liu Y, Moorman CT, Garrett WE. Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *J Biomech.* noviembre de 2008;41(15):3121-6.
10. Opar DA, Piatkowski T, Williams MD, Shield AJ. A Novel Device Using the Nordic Hamstring Exercise to Assess Eccentric Knee Flexor Strength: A Reliability and Retrospective Injury Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* septiembre de 2013;43(9):636-40.

11. Wiesinger H, Gressenbauer C, Kösters A, Scharinger M, Müller E. Device and method matter: A critical evaluation of eccentric hamstring muscle strength assessments. *Scand J Med Sci Sports*. febrero de 2020;30(2):217-26.
12. Högberg J, Bergentoft E, Piussi R, Wernbom M, Beischer S, Simonson R, et al. Persistent knee flexor strength deficits identified through the Nord-Borde eccentric test not seen with “gold standard” isokinetic concentric testing during the first year after anterior cruciate ligament reconstruction with a hamstring tendon autograft. *Phys Ther Sport*. mayo de 2022;55:119-24.
13. Cuthbert M, Comfort P, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Bishop C. Unilateral vs. bilateral hamstring strength assessments: comparing reliability and inter-limb asymmetries in female soccer players. *J Sports Sci*. 3 de julio de 2021;39(13):1481-8.
14. Barboza SD, Joseph C, Nauta J, Van Mechelen W, Verhagen E. Injuries in Field Hockey Players: A Systematic Review. *Sports Med*. abril de 2018;48(4):849-66.
15. Gérard R, Gojon L, Decleve P, Van Cant J. The Effect of Eccentric Training on Biceps Femoris Architecture and Strength: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Athl Train*. 1 de mayo de 2020;55(5):501-14.
16. Lee JWY, Mok KM, Chan HCK, Yung PSH, Chan KM. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport*. agosto de 2018;21(8):789-93.
17. Stastny P, Lehnert M, Tufano JJ. Muscle Imbalances: Testing and Training Functional Eccentric Hamstring Strength in Athletic Populations. *J Vis Exp*. 1 de mayo de 2018;(135):57508.
18. Chaeroni A, Husain I, Ahmed M, Singh AP, Sayed MA, Okilanda A, et al. Biomechanical Analyses of Scoop in Field Hockey. *Retos*. 1 de junio de 2024;55:499-503.