

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
FACULTAD DE MEDICINA



DIFERENCIAS EN LA PROPORCIÓN DE FUERZA
ISQUIOTIBIALES/CUÁDRICEPS Y DÉFICIT CONTRALATERAL EN
JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONAL CON PRESENCIA O
AUSENCIA DE LESIÓN

Por:

DAYANA ELIZABETH LUCIO VELÁZQUEZ

Producto integrador:

TESIS

Como requisito para obtener el grado de:
MAESTRIA EN TERAPIA FÍSICA Y READAPTACIÓN
DEPORTIVA

Nuevo León, marzo 2023

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
FACULTAD DE MEDICINA**

Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Terapia Física y Readaptación Deportiva integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Tesis titulado/a "Diferencias en la proporción de fuerza isquiotibiales/cuádriceps y déficit contralateral en jugadoras de fútbol profesional con presencia o ausencia de lesión" realizado por la Lic. Dayana Elizabeth Lucio Velázquez, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestra en Terapia Física y Readaptación Deportiva.

COMITÉ DE TITULACIÓN



Dr. Pedro Gualberto Morales Corral
Asesor Principal



Dra. Dulce Edith Morales Elizondo
Co-asesora



Dr. Jorge Isabel Zumarripa Rivera
Subdirector de Posgrado e Investigación de la
Facultad de Organización Deportiva

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que lo son todo para mí, que me han regalado una vida llena de amor, que me apoyan incondicionalmente cada día de mi vida, que siguen cuidando mis pasos para no caer, y que me curan las heridas si lo hago; gracias por apoyar mis sueños.

A Alan, mi mejor amigo, y mi parte favorita de estos dos años; todo es increíble a tu lado.

A Aarón y Mariela, gracias por regalarme su amor y cariño todos los días. Y gracias infinitas por escucharme y apoyarme en los momentos más difíciles.

Humanos como ustedes no hay.

Los amo de aquí al cielo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
Hipótesis.....	11
OBJETIVOS.....	12
Principal	12
Secundario.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Participantes	13
Criterios de elegibilidad	14
Criterios de exclusión.....	14
Instrumentos de evaluación.....	14
Procedimientos	14
Pruebas estadísticas.....	18
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIÓN	28
LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	31

RESUMEN

Diferencias en la proporción de fuerza isquiotibiales/cuádriceps y déficit contralateral en jugadoras de fútbol profesional con presencia o ausencia de lesión

Sustentante: Dayana Elizabeth Lucio Velázquez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva, Facultad de Medicina, Monterrey, Nuevo León, México

Fecha de titulación: junio 2023

Número de páginas: 37

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar si existían diferencias en los valores previos de las ratios de fuerza isquiotibiales/cuádriceps convencional y funcional y desbalance de fuerza contralateral, entre las jugadoras de un equipo de fútbol profesional que sufrieron lesiones durante una temporada competitiva y las jugadoras que no se lesionaron. **Métodos:** 23 mujeres futbolistas de la primera división de México (24.83 ± 4.79 años, 60.35 ± 7.27 kg, 165.04 ± 5.40 cm) completaron evaluaciones isocinéticas de los músculos flexores y extensores de rodilla al inicio de la pretemporada. Realizaron 6 repeticiones máximas concéntricas (cuádriceps e isquiotibiales) y excéntricas (isquiotibiales) con cada pierna, a velocidades angulares de 60, 180 y $240^\circ \cdot s^{-1}$. El cuerpo médico del equipo llevó el registro de las lesiones ocurridas desde el inicio de la pretemporada hasta el último partido oficial del torneo. Al finalizar la temporada, se asignó a cada jugadora a uno de los siguientes grupos: jugadoras lesionadas (JL) ($n= 7$, 25.14 ± 4.63 años, 58.71 ± 5.62 kg, 164.14 ± 4.88 cm) o jugadoras no lesionadas (JNL) ($n= 16$, 24.69 ± 5.00 años, 61.06 ± 7.95 kg, 165.44 ± 5.72 cm). Se compararon las siguientes variables entre grupos: ratio H/Q convencional (H/Q^{conv}), ratio H/Q funcional (H/Q^{func}), desbalance de fuerza contralateral (DC) de flexores y DC de extensores, para cada velocidad evaluada, utilizando una prueba T de Student y considerando un valor $p < .05$ como significancia estadística. **Resultados:** todas las lesiones del grupo JL ocurrieron en la pierna dominante (PD) de las futbolistas. El grupo JL obtuvo valores superiores al grupo JNL de ratio de H/Q^{conv} en la PD a $60^\circ/s$ ($59.11 \pm 4.64\%$ vs $51.17 \pm 9.32\%$, $p=0.04$) y $180^\circ/s$ ($63.04 \pm 6.76\%$ vs $54.03 \pm 8.24\%$, $p=0.02$), y de ratio H/Q^{func} a $60^\circ/s$ ($.97 \pm .07$ vs $.86 \pm .11$, $p=.03$) en la PD. No se hallaron diferencias significativas entre grupos al comparar el porcentaje de DC, tanto de isquiotibiales como de cuádriceps, en ninguna de las velocidades evaluadas; tampoco en ninguna de las variables de proporción H/Q evaluadas en la pierna no dominante. **Conclusión:** las jugadoras lesionadas obtuvieron ratios H/Q^{conv} mayores que las no lesionadas en la pierna dominante en las velocidades de 60 y $180^\circ/s$, y ratios H/Q^{func} superiores en la PD en la velocidad de $60^\circ/s$. **Palabras clave:** dinamómetro de fuerza muscular, mujeres, fútbol, lesión, rodilla, muslo.

Firma del asesor principal:



Dr. Pedro Gualberto Morales Corral

Diferencias en la proporción de fuerza isquiotibiales/cuádriceps y déficit contralateral en jugadoras de fútbol profesional con presencia o ausencia de lesión

INTRODUCCIÓN

El fútbol es el deporte más practicado a nivel mundial (1), y aunque su gran popularidad se debe principalmente al fútbol varonil, durante los últimos años el fútbol femenino ha tenido un crecimiento exponencial, casi triplicando su número de jugadoras solo en la última década. (2)

Según la FIFA, en un reporte publicado en 2019, actualmente hay alrededor de 13 millones de mujeres jugando al fútbol organizado, y se espera que esta cifra aumente a 60 millones para 2026. (3)

El fútbol femenino es jugado oficialmente en más de 100 países (4), y tiene presencia en más de 30 ligas nacionales de élite bien establecidas en diferentes países (principalmente en países europeos como Francia, España, Suecia, Alemania e Inglaterra). (2)

Este rápido crecimiento ha permitido la progresión en el grado de profesionalismo, así como un aumento sustancial en la frecuencia, intensidad y competitividad, tanto de las sesiones de entrenamiento como de los partidos (2), y por ende, un mayor rendimiento físico de las jugadoras.

Debido a ello, resulta cada vez más necesario que las deportistas presenten niveles adecuados de fuerza y acondicionamiento físico para su deporte, que les permitan cumplir de forma óptima con las demandas de juego de forma segura.

En el contexto de los equipos deportivos profesionales, las lesiones afectan negativamente el rendimiento y economía de los equipos, y además conllevan consecuencias negativas en la salud de las jugadoras, afectando su plan y calidad de vida a corto y largo plazo. (5)

Estudios epidemiológicos en fútbol femenino de élite han reportado tasas de incidencia de lesión globales de 6.1 (2) y 6.3 (5) lesiones por cada 1000 horas de exposición a este deporte (entrenamientos y partidos).

Durante entrenamientos, han sido descritas tasas de 3.5 lesiones por cada 1000 h de exposición. (2)

Mientras que durante los partidos, estas tasas aumentan hasta 7 veces, con cifras que van desde 19.2 (2,6) hasta 22.57 (5) lesiones por cada 1000 h de exposición.

Al igual que en el fútbol varonil (7), la mayoría de las lesiones ocurren en las extremidades inferiores, representando entre un 74% (4) y 85% (6) de todas las lesiones registradas, con una incidencia de hasta 4.8 lesiones/1000 horas de exposición (2), siendo la rodilla, el tobillo y el muslo las regiones lesionadas con mayor frecuencia (2,4,6), con incidencias de 1.1, 1.1 y .9 lesiones por cada 1000 h de exposición, respectivamente. (2)

Las lesiones musculares y tendinosas (1.8 lesiones/1000 h de exposición) y articulares y ligamentarias (1.5/1000 h), son los tipos de lesiones más comunes, en su mayoría ocasionadas debido a traumatismos. (2)

Horan y cols. (6) estudiaron el patrón de lesiones durante dos temporadas de la Liga Nacional Femenina de Irlanda (*Irish Women's National League*), encontrando que las lesiones más comunes fueron los esguinces laterales de tobillo (13.9 %), distensiones de isquiotibiales (12.4 %), lesiones de menisco/cartílago de la rodilla (7.5 %), distensiones de aductores (6%), distensiones de cuádriceps (4.5 %) y contusiones de tobillo (4.5%).

Mientras que Del Coso y cols. (4), analizaron la incidencia de lesiones durante una temporada en una muestra de 25,397 jugadoras pertenecientes a las ligas oficiales nacionales y regionales de España, encontrando que la mayoría de las lesiones ocurrieron en rodilla (30.4%) y tobillo (17.9%), y fueron frecuentemente asociadas a mecanismos de lesión sin contacto. (4)

En otro estudio publicado en 2017 por Larruskain y cols. (5) se estudió la epidemiología de lesiones entre las ramas varonil y femenino de un equipo de la Primera División Española durante 5 temporadas. Los autores encontraron que, a pesar de que las horas de exposición totales de entrenamiento y partidos por temporada fueron 20% más

altas para los hombres en comparación con las mujeres, y que la incidencia total de lesiones fue entre 30% y 40% más alta en los hombres; el número total de días de ausencia fue un 21% mayor en las mujeres debido a una incidencia 5.6 (IC 95 % 1.11-25.79) veces mayor de lesiones graves de los ligamentos de la rodilla y el tobillo.

A partir de esta información, podemos establecer que el tobillo, la rodilla y el muslo, son las zonas con mayor incidencia de lesión, y que la rodilla se ha referido típicamente como la zona donde ocurren lesiones graves con mayor frecuencia. (4,6)

Debido a esta alta incidencia de lesiones en extremidades inferiores en el fútbol femenino y a las consecuencias que estas representan tanto para las jugadoras como para los equipos, la búsqueda de factores de riesgo asociados a las lesiones con mayor prevalencia e incidencia, así como las que representan mayor cantidad de días de ausencia, es de especial interés para los investigadores, médicos y otros profesionales encargados de cuidar la salud y rendimiento de las deportistas (preparadores físicos, readaptadores, fisioterapeutas, etc.).

Se ha discutido ampliamente el papel de la fuerza de las extremidades inferiores como un factor de riesgo modificable para contrarrestar la mala estabilidad de la articulación de la rodilla y los patrones de movimiento asociados a lesiones. (8)

Específicamente, la fuerza de los músculos flexores (isquiotibiales) y extensores (cuádriceps) de rodilla, que representa una parte importante de la capacidad funcional del atleta y contribuye significativamente a la biomecánica y el rendimiento de las extremidades inferiores. (9)

Debido a la alta incidencia de lesiones en extremidades inferiores que existe en el fútbol, los factores de riesgo asociados a estas reciben una gran atención. Sobre todo los relacionados a lesiones articulares y musculares en la rodilla, tobillo y muslo, por ser las lesiones más comunes en este deporte. (2,4,6)

Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA), por ejemplo, son una amplia preocupación en el deporte, sobre todo en aquellas disciplinas con predominio de acciones de pivote, cambios de dirección a alta velocidad y aterrizajes con una sola pierna.

En estos casos, la fuerza muscular, el reclutamiento y la coactivación de los músculos isquiotibiales y cuádriceps pueden ser fundamentales para estabilizar con éxito la articulación de la rodilla y proteger al LCA de una ruptura. (8,10)

Los isquiotibiales ayudan al ligamento cruzado anterior con la estabilización de la rodilla, al impedir la traslación anterior de la tibia sobre el fémur (11), una cualidad requerida constantemente en el fútbol durante cambios de dirección, golpes, aterrizajes y carreras. Si ocurre una traslación anterior excesiva de la tibia durante las actividades dinámicas, el LCA experimentará fuerzas de cizallamiento más altas, volviendo a los deportistas más susceptibles a una lesión. (10)

Ha sido ampliamente reportado en la literatura que las mujeres con participación en deportes de pivote con predominio de cambios de dirección (p.ej. fútbol, básquetbol y balonmano) tienen 2 a 3 veces mayor riesgo de sufrir lesiones de LCA que su contraparte masculina (12–15), además, tienden a sufrir este tipo de lesiones a una edad más temprana que los hombres. (12)

En el contexto de las lesiones musculares de isquiotibiales, los factores intrínsecos relacionados con las características individuales de cada deportista parecen más predictivos de lesión de isquiotibiales que los factores extrínsecos. (16)

En el fútbol, las distensiones en este grupo muscular ocurren comúnmente durante la parte final de la fase de balanceo de la carrera, ya que la extensión rápida, enérgica y activa de la rodilla, solicita una acción excéntrica súbita de los isquiotibiales para desacelerar la parte inferior de la pierna. (17)

También ha sido sugerido que los músculos isquiotibiales son vulnerables a las lesiones durante el cambio rápido de su acción excéntrica a concéntrica, cuando se vuelven extensores activos de la cadera. (17)

Tanto las lesiones del LCA como las de isquiotibiales, se han asociado con la fuerza de los músculos isquiotibiales, la proporción de fuerza entre los músculos isquiotibiales y los cuádriceps, y la relación de fuerza contralateral de los músculos isquiotibiales (16,18–20)

La relación de fuerza que ha recibido más atención en la literatura es la proporción de fuerza entre isquiotibiales y cuádriceps, también llamada “ratio H/Q”. (10)

La proporción de fuerza H/Q puede calcularse utilizando diferentes tipos de contracción (concéntrica, excéntrica e isométrica), así como diferentes velocidades angulares y tipos de torque (torque máximo, torque específico a determinado ángulo o a determinado punto en el tiempo, entre otras), las cuales pueden ser evaluadas utilizando diferentes tipos de dinamómetros (p.ej. dinamómetros isocinéticos e isométricos). (21)

Los dinamómetros isocinéticos permiten evaluar la función dinámica de diferentes grupos musculares. Estos, son dispositivos que proporcionan una velocidad constante con una resistencia adaptable en todo el rango de movimiento de una articulación. Esta velocidad a la que se desplaza el dinamómetro es conocida como velocidad angular, ya que el desplazamiento se genera alrededor de un eje. (22)

Este tipo de dinamómetros utilizan tecnología informática y robótica y nos permiten medir y procesar la capacidad muscular en datos cuantitativos. (23) Las pruebas isocinéticas nos proporcionan datos relacionados con el torque ($N \cdot m$), la potencia (W) y el trabajo (J) generados por diferentes grupos musculares, que se interpretan para representar la función muscular dinámica, y son la base de evaluaciones, decisiones de regreso al juego (*return to play*) y la medición de la eficacia de diferentes tratamientos e intervenciones (22); además, permiten la comparación entre diferentes grupos de edad y niveles de rendimiento. (24,25)

Los dinamómetros isocinéticos han sido utilizados durante muchos años en el fútbol soccer para evaluar la fuerza y desbalances musculares de los músculos flexores y extensores de rodilla. (9,24,26)

Utilizando las variables relacionadas al torque máximo ($N \cdot m$) que estos dos grupos musculares generan sobre la rodilla, podemos obtener la proporción de fuerza H/Q que mencionamos anteriormente.

Cuando se evalúan los músculos isquiotibiales y cuádriceps en el modo de contracción concéntrico, podemos obtener la proporción de fuerza de isquiotibiales/cuádriceps convencional, también llamada ratio H/Q convencional (ratio H/Q^{conv}). Esta proporción, compara el torque máximo generado por el cuádriceps durante la extensión concéntrica isocinética, con el torque máximo generado por los isquiotibiales durante la flexión concéntrica isocinética.

La relación H/Q^{conv} ha sido descrita ampliamente en la literatura, reportando valores desde 52 hasta 72% en mujeres y hombres futbolistas de diferentes edades y niveles de competición. (9,27,28)

Si bien, las proporciones H/Q^{conv} muestran amplias variaciones, diversos autores están de acuerdo en que se debe intentar aumentar la relación H:Q para reducir el riesgo de lesiones en el deporte. (26,28,29)

Se ha sugerido que las relaciones H/Q convencionales menores a 60% sean consideradas como bajas, así como indicativos de una debilidad ipsilateral de los isquiotibiales respecto al cuádriceps (30), lo que podría suponer una mayor predisposición a lesiones en extremidades inferiores. (26)

Es importante considerar que, en ocasiones, una relación H/Q^{conv} baja también puede deberse a que la fuerza del cuádriceps es desproporcionadamente alta. (26)

Asimismo, los ratios H/Q^{conv} mayores al 60% también deben interpretarse con precaución, ya que pueden deberse 1) a que se tienen unos isquiotibiales fuertes respecto a la fuerza del cuádriceps, y 2) a que el cuádriceps es débil respecto a los isquiotibiales (como puede ocurrir cuando existen lesiones que afectan la región anterior del muslo o de la rodilla). (26)

Además de esta ratio H/Q^{conv} , también ha sido estudiada la proporción de fuerza H/Q funcional o ratio H/Q funcional (H/Q^{func}). Para obtenerla, es necesario evaluar la flexión excéntrica isocinética de los isquiotibiales y la extensión concéntrica isocinética de los cuádriceps, y comparar el torque máximo excéntrico de los flexores, con el torque máximo concéntrico de los cuádriceps.

El fundamento de la relación H/Q funcional, es que los isquiotibiales trabajan de forma excéntrica durante la extensión de la pierna para oponerse al movimiento anterior y la rotación interna de la tibia causada por la contracción concéntrica del cuádriceps (31), por lo que los isquiotibiales deberían ser capaces de generar de manera excéntrica, por lo menos, la misma fuerza que generan los cuádriceps de forma concéntrica, es decir una relación 1:1 o una proporción H/Q funcional de 1. (25,30)

Sin embargo, los valores recomendados para esta ratio varían dependiendo de la velocidad evaluada, debido a que los grupos musculares evaluados se comportan de forma diferente para una misma velocidad evaluada. (32) Por un lado, el torque máximo

generado por los cuádriceps durante la extensión concéntrica disminuye conforme la velocidad de evaluación aumenta (p.ej. el torque máximo generado es mayor a 60°/s que a 240°/s); mientras que el torque máximo generado por los isquiotibiales durante la flexión excéntrica tiende a mantenerse o aumentar ligeramente conforme la velocidad de evaluación aumenta (32) (p.ej. el torque máximo generado a 60°/s puede ser el mismo que el generado a 240°/s). (30)

Debido a este comportamiento opuesto del torque máximo generado por los músculos en sus diferentes modos de contracción, se sugiere que a mayor velocidad de evaluación, mayor debe ser la ratio obtenida. (30)

Aún no hay consenso respecto al incremento mínimo recomendado para la proporción H/Q^{func} entre las diferentes velocidades de evaluación, ya que, a diferencia del ratio H/Q^{conv} , aún no hay suficiente literatura al respecto. Sin embargo, una proporción H/Q^{func} mayor a 0.6, 0.8 y 1.0 ha sido recomendada para las velocidades de 60°, 180° y 240°/s, respectivamente. (30)

Además de las proporciones de fuerza H/Q convencional y funcional, las pruebas isocinéticas también nos permiten obtener las proporciones de fuerza contralaterales de los músculos flexores y extensores de rodilla, las cuales comparan la fuerza de un mismo grupo muscular en ambas extremidades. (25)

Específicamente, se obtienen al comparar el torque máximo generado por el mismo grupo muscular en ambas extremidades (p.ej. torque máximo concéntrico de extensores de la pierna dominante vs torque máximo concéntrico de extensores de la pierna no dominante, o torque máximo concéntrico de flexores de la pierna dominante vs torque máximo concéntrico de flexores de la pierna no dominante) a una misma velocidad. (30)

Una vez obtenidos estos valores, es posible conocer la diferencia de fuerza entre ambas extremidades, conocida también como desbalance o déficit de fuerza contralateral (ya sea de los músculos cuádriceps o isquiotibiales).

Se ha sugerido en la literatura que una diferencia de fuerza contralateral superior al 15% podría aumentar el riesgo de sufrir lesiones de rodilla e isquiotibiales (25,30,33) y que deportistas con diferencias superiores al 20% están predispuestos a lesionarse. (30)

Considerando el aumento de las demandas físicas en el fútbol profesional femenino, se espera que las jugadoras de élite presenten niveles adecuados de fuerza en los músculos extensores y flexores de la rodilla, así como una relación H:Q favorable para apoyar tanto el rendimiento como la estabilidad de la rodilla. (26)

A pesar de que ha sido ampliamente propuesto en la literatura que una relación H/Q convencional o funcional baja ($<60\%$ (26,30) y <0.8 (16,25,30), respectivamente) puede predisponer a los deportistas a un mayor riesgo de lesión (19,20), estudios recientes no han encontrado diferencias en los valores previos de las proporciones de fuerza H/Q y otras variables isocinéticas, entre deportistas lesionados y no lesionados, o entre las piernas lesionadas y no lesionadas (34) de deportistas que sufrieron lesiones de isquiotibiales o LCA. (21,34,35)

Otros autores, quienes han buscado asociaciones entre estas relaciones de fuerza H/Q y la incidencia de lesiones de isquiotibiales y LCA, han encontrado evidencia contradictoria sobre dichas asociaciones. (35,36)

Por ejemplo, en 2017 Lee y cols. (19) publicaron un estudio prospectivo con una muestra de 146 futbolistas profesionales. Investigaron si las medidas de fuerza isocinética de pretemporada eran predictivas de futuras distensiones de isquiotibiales (DI) en esta población. Los autores utilizaron regresiones logísticas univariadas y multivariadas para identificar los posibles factores de riesgo para DI, encontrando una asociación entre el riesgo de sufrir una distensión de de isquiotibiales y una proporción H/Q^{conv} por debajo del 50,5 % (RM = 3.14; IC 95 %, 1.37–2.22).

Por otra parte, en una revisión sistemática y metaanálisis de Green y cols. en 2017 (36) publicada en el *British Journal of Sports Medicine* (Revista Británica de Medicina Deportiva), examinaron la capacidad de las valoraciones isocinéticas para predecir el riesgo de lesiones de isquiotibiales. Incluyeron 12 estudios, que analizaron un total de 2912 deportistas y 508 lesiones de isquiotibiales, y variables isocinéticas de los músculos flexores y extensores de rodilla, y extensores de cadera, a velocidades angulares entre 30 y 300°/s.

El metaanálisis de este estudio reveló un efecto predictivo pequeño y significativo para valores de fuerza excéntrica de los flexores de rodilla evaluados a 60°/s expresados de forma absoluta (diferencia media estandarizada = -0.16, $P=0.04$, IC

del 95 % de -0.31 a -0.01) y relativa ($DME=-0.17$, $P=0.03$, IC del 95 % de -0.33 a -0.014). Ninguna otra velocidad de evaluación o ratio mostró asociación estadística. La síntesis de la mejor evidencia encontró que más de la mitad de todas las variables tenían evidencia moderada o sólida de que no existía asociación con futuras lesiones en los isquiotibiales.

Posibles factores que contribuyen a estos resultados contradictorios son tamaños de muestra reducidos, así como las variaciones en la metodología y los protocolos de evaluación (p.ej. diferente número de repeticiones por cada set evaluado y diferentes velocidades angulares (19,37,38)), que comprometen la comparación con los datos publicados en la literatura. (16)

Por lo cual, a pesar del uso generalizado de las pruebas isocinéticas en el deporte, y específicamente en el fútbol, como herramienta para identificar individuos en riesgo de lesión, la evidencia actual que sustente este uso continúa siendo contradictoria. (21,29,34,36–38)

Por otro lado, mientras que en la literatura existe abundancia de datos sobre rendimiento físico y lesiones en el deporte, los datos sobre fútbol femenino a nivel profesional continúan siendo escasos. (39) Como consecuencia, las demandas que experimentan las jugadoras siguen siendo menos comprendidas en comparación con las experimentadas por su contraparte masculina (40), y muchas de las decisiones basadas en evidencia que se toman y aplican en la práctica diaria son basadas en estudios realizados con deportistas masculinos. Del mismo modo, la literatura publicada acerca del rendimiento muscular isocinético, así como los estudios que han buscado asociaciones entre este y la incidencia de lesiones en fútbol femenino, es escasa. (9,24,25)

El objetivo de este trabajo fue determinar si existían diferencias en los valores previos de las ratios de fuerza isquiotibiales/cuádriceps convencional y funcional, y desbalance de fuerza contralateral de isquiotibiales y cuádriceps, entre las jugadoras de un equipo de fútbol profesional que sufrieron lesiones musculoesqueléticas con un mecanismo de lesión sin contacto en la zona del muslo y rodilla durante una temporada competitiva y las jugadoras que no se lesionaron.

Hipótesis

Conjunto de hipótesis 1:

H0: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada no poseen, previo al inicio del torneo, valores de ratio H/Q convencional diferentes a los de las jugadoras no lesionadas. H1: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada poseen, previo al inicio del torneo, valores de ratio H/Q convencional diferentes a los de las jugadoras no lesionadas.

Conjunto de hipótesis 2:

H0: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada no poseen, previo al inicio del torneo, valores de ratio H/Q funcional diferentes a los de las jugadoras no lesionadas. H1: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada poseen, previo al inicio del torneo, valores de ratio H/Q funcional diferentes a los de las jugadoras no lesionadas.

Conjunto de hipótesis 3:

H0: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada no poseen, previo al inicio del torneo, un porcentaje diferente de desbalance de fuerza contralateral en los músculos flexores de rodilla, al de las jugadoras no lesionadas. H1: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada poseen, previo al inicio del torneo, un porcentaje diferente de desbalance de fuerza contralateral en los músculos flexores de rodilla, al de las jugadoras no lesionadas.

Conjunto de hipótesis 4:

H0: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada no poseen, previo al inicio del torneo, un porcentaje diferente de desbalance de fuerza contralateral en los músculos extensores de rodilla, al de las jugadoras no lesionadas. H1: Las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada poseen, previo al inicio del torneo, un porcentaje diferente de desbalance de fuerza contralateral en los músculos extensores de rodilla, al de las jugadoras no lesionadas.

OBJETIVOS

Principal

Determinar si existen diferencias en los valores previos de las ratios de fuerza isquiotibiales/cuádriceps convencional y funcional, y desbalance de fuerza contralateral de isquiotibiales y cuádriceps, entre las jugadoras de un equipo de fútbol profesional que sufrieron lesiones musculoesqueléticas con un mecanismo de lesión sin contacto en la zona del muslo y rodilla durante una temporada competitiva y las jugadoras que no se lesionaron.

Secundario

Presentar valores de las ratios H/Q convencional y funcional, torque máximo y desbalance muscular jugadoras de fútbol profesional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es un estudio de tipo primario, cuantitativo, longitudinal, observacional y analítico.

Participantes

23 jugadoras de fútbol profesionales (24.83 ± 4.79 años, 60.35 ± 7.27 kg, 165.04 ± 5.40 cm) pertenecientes a un equipo con participación en la Liga Profesional Femenil de México (Primera División) formaron parte de este estudio.

Se llevaron a cabo evaluaciones de fuerza de los músculos flexores y extensores de rodilla utilizando un dinamómetro isocinético, como parte de las evaluaciones de rendimiento y aptitud física correspondientes al inicio de la pretemporada del equipo.

Las participantes no tenían registro de lesiones de rodilla, cuádriceps o isquiotibiales en los dos meses previos a las evaluaciones.

Posteriormente, se realizó un registro de las lesiones ocurridas durante la temporada completa (pretemporada, torneo regular y *playoffs*).

Una vez finalizado el torneo, se analizó el registro de lesiones para asignar a las 23 jugadoras a uno de los dos grupos: jugadoras lesionadas (JL) y jugadoras no lesionadas (JNL).

Para fines de este estudio y para poder realizar la asignación al grupo de JL, solamente se consideraron las lesiones musculoesqueléticas que hubiesen ocurrido en la zona del muslo debido a un mecanismo de lesión sin contacto.

Una vez conformados los grupos, se procedió a realizar un análisis de los datos utilizando una prueba t de Student para muestras independientes suponiendo varianzas iguales, para determinar si existía asociación entre la incidencia de lesiones presentada durante el torneo y alguno de los siguientes resultados de las pruebas isocinéticas: ratio convencional de fuerza de isquiotibiales-cuádriceps (ratio H:Q conv), ratio funcional de fuerza de isquiotibiales-cuádriceps (ratio H:Q func) y desbalance muscular de cuádriceps e isquiotibiales.

Criterios de elegibilidad

- Jugadoras pertenecientes al primer equipo de la institución
- 15 a 35 años.
- Más de 4 años de experiencia jugando fútbol

Criterios de exclusión

- No firmar el consentimiento informado.
- Tener algún impedimento para realizar la prueba al momento de las evaluaciones (lesión o dolor que imposibilitara la realización de las pruebas, malestar general, procesos inflamatorios o cirugía reciente en extremidades inferiores, etc.).
- Jugadoras sin autorización médica emitida por el doctor del equipo.
- No tener voluntad de llevar a cabo las pruebas.

Instrumentos de evaluación

A continuación se describe el equipo utilizado para las evaluaciones:

- Dinamómetro isocinético (BIODEX System 3 y System 4, Advantage BX Software 5.3.00, Biodex Medical Systems, Shirley, New York, USA).
- Cicloergómetro de piernas (COSMED, Ergoselec 100, COSMED Srl, Rome, Italy®).
- Báscula convencional marca (SECA 700, Medical Scales and Measuring Systems, SECA GMBH & co. Kg, Hammer Steindamm, Hamburg, Germany®).
- Consentimiento informado del Laboratorio de Rendimiento Humano de la Facultad de Organización Deportiva

Procedimientos

Las evaluaciones isocinéticas fueron realizadas al inicio de la pretemporada del equipo, en dos días consecutivos.

Todos los procedimientos de evaluación se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Rendimiento Humano (LRH) de la Facultad de Organización Deportiva (FOD) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en México.

Se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

- Toma de historia clínica y firma del consentimiento informado.
- Medición del peso y estatura.
- Evaluación de la fuerza de los músculos flexores y extensores de rodilla mediante dinamometría isocinética.

Un investigador ajeno a la presente investigación ayudó a establecer el orden de evaluación de las jugadoras de forma aleatoria utilizando el sitio de internet *Research Randomizer*. (41)

Descripción de los protocolos

Historia clínica y consentimiento informado: a la llegada de las jugadoras a las instalaciones del LRH se procedió a realizar la toma de la historia clínica de cada jugadora, llevada a cabo por un médico del LRH. Posteriormente se les entregó un consentimiento informado donde se describía en qué consistían las pruebas y los beneficios y posibles riesgos, así como donde se les solicitaba su firma para manifestar su conformidad con los procedimientos a realizar.

Pesaje y medición: se realizaron tomas de peso y estatura con una báscula convencional marca SECA 700, pidiendo a las jugadoras retirar su calzado previo a subir a la báscula; subir a la báscula una vez que se encontraran listas, y mantenerse en posición erguida mientras el evaluador registraba su posición.

Prueba de fuerza isocinética: Se realizaron pruebas de dinamometría isocinética de los músculos flexores de rodilla (isquiotibiales) en los modos de contracción concéntrico y excéntrico, y de los músculos extensores de rodilla (cuádriceps) en el modo de contracción concéntrico, ambos en tres velocidades angulares: 60, 180 y 240°/s, utilizando dos dinamómetros isocinéticos de la marca Biodex (System 4 y System 3).

Se diseñó un protocolo de acuerdo con los objetivos del estudio y con base en la revisión de la literatura disponible sobre pruebas isocinéticas en futbolistas (9,24–26,31,42). La versión final del protocolo fue adaptada de Vargas y cols (25) y Stastny y cols. (30)

A continuación se describe el protocolo utilizado:

Calentamiento

- 5 minutos pedaleando en cicloergómetro a 60 Watts.

- 4 minutos de estiramiento dinámico:
 - 2x6 flexión y extensión de rodilla en decúbito supino con flexión de cadera a 90°
 - 2x6 bisagra de cadera en bipedestación
 - 1x3 estiramiento de cuádriceps de pie 5 s cada pierna (alternando entre repeticiones)
 - 1x6 desplante al frente (cada pierna)
 - 1x6 puente a una pierna (cada pierna)
- 2 minutos de estiramiento libre autoseleccionado (por cada jugadora)

Acomodo del dinamómetro:

Una vez completado el calentamiento, se pidió a las deportistas posicionarse en el asiento del dinamómetro, colocando sus caderas, espalda baja y espalda alta pegadas al respaldo.

La posición del respaldo se modificó de tal manera que existiera una distancia aproximada de dos centímetros (dos dedos) entre el borde del asiento y la fosa poplíteica.

Posteriormente, se procedió al acomodo del asiento, moviendo la base hacia el frente, de tal forma que el cóndilo femoral lateral de la rodilla estuviese alineado con el eje de rotación del dinamómetro; para cumplir con esto último, la altura del asiento y del dinamómetro se ajustaron en caso de que fuese necesario.

Una vez ajustados el asiento, respaldo y dinamómetro, se procedió a colocar el accesorio para evaluación de rodilla (*knee attachment*) en el eje de rotación del dinamómetro; se acomodó de tal forma que existiera una distancia de aproximadamente dos centímetros (dos dedos) entre el borde inferior del cojín del accesorio y el borde superior del maléolo medial de la pierna a evaluar. (31)

Para cada paciente, se registraron los valores del acomodo del respaldo, asiento, dinamómetro y accesorio de rodilla en el software.

El tronco, pelvis y el muslo de la pierna a evaluar se fijaron con ayuda de los sujetadores del equipo.

Se utilizó un goniómetro para establecer un rango de trabajo de la rodilla de 100°, iniciando la medición a partir de los 0 grados de flexión (rodilla en extensión) colocando el brazo fijo del goniómetro alineado con el fémur.

Posteriormente se realizó corrección la de gravedad, a 34° de flexión de rodilla.

Cada jugadora recibió instrucciones verbales, previamente estandarizadas, del protocolo, así como información sobre los objetivos, beneficios y posibles riesgos de la prueba. Se les indicó que en caso de presentar alguna molestia que les impidiera continuar realizando la prueba o un dolor superior a 4 en una escala de 0 a 10, podían dejar de aplicar fuerza en cualquier momento de la prueba, y que esta se daría por terminada.

El médico del equipo estuvo presente para supervisar cualquier molestia o síntoma que las jugadoras pudieran reportar.

Las jugadoras podían ver la pantalla que mostraba los datos de la evaluación, así como ver y escuchar la cuenta regresiva para cada serie de la prueba.

Durante cada serie se alentó verbalmente a las jugadoras utilizando frases como "vamos", "empuja", "jala" y "más fuerte", así como su equivalente en inglés para las jugadoras angloparlantes ("let's go", "push", "pull" y "harder") (16,30). Durante los intervalos de descanso, se les proporcionaron instrucciones breves y claras sobre lo que realizarían en la próxima fase del protocolo a evaluar. (43)

Para las pruebas concéntricas se indicó a las jugadoras no sostenerse de las agarraderas situadas a los costados del asiento y mantener los brazos cruzados en el pecho. Mientras que para la modalidad excéntrica, sí se les permitió sujetarse.

Protocolo de evaluación en el dinamómetro isocinético

Este protocolo evaluó:

- Flexión y extensión concéntrica bilateral de rodilla a velocidades angulares de 60, 180 y 240°·s⁻¹ en el modo de contracción bilateral isocinético CON/CON.
- Flexión excéntrica bilateral de rodilla a velocidades angulares de 60, 180 y 240°·s⁻¹ en el modo de contracción bilateral pasivo EXC/CON.

El orden de evaluación, repeticiones y tiempo de descanso se establecen en la tabla 1. Todas las pruebas evaluaron primero la extremidad dominante de cada jugadora.

Se utilizó un protocolo vinculado (*linked protocol*) en el software del dispositivo (Biodex System 3 y 4) para agilizar la transición entre las evaluaciones concéntricas y excéntricas; seleccionando los modos *isocinético concéntrico/concéntrico* para la evaluación concéntrica de flexores y extensores, y el modo *pasivo excéntrico/concéntrico* para la evaluación excéntrica de los flexores.

Al finalizar la evaluación de ambas extremidades inferiores, se indicó a las jugadoras realizar de 3 a 5 minutos de estiramiento libre autoseleccionado.

Pruebas estadísticas

Se realizó una prueba T de Student para dos muestras independientes suponiendo varianzas iguales y se consideró un valor $p < .05$ para determinar significancia estadística en las siguientes variables relacionadas al torque máximo: ratio convencional (CR), ratio funcional (FR) y déficit contralateral (DC) de ambas extremidades, y su asociación con la incidencia de lesiones reportada durante el torneo.

Tabla 1. Protocolo de evaluación de fuerza muscular mediante dinamometría isocinética

Fase	Tarea	Descanso
Pre-test	Establecer flexión de rodilla a 90° y un rango de movimiento de 100° (donde $0^\circ =$ extensión completa, 0° de flex) y hacer corrección de la gravedad a 34° de flexión.	
Prueba CON $60^\circ \cdot s^{-1}$	4 repeticiones sub máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla (50, 70, 90, 100% MEP)	10 s
Test CON $60^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla	60 s
Prueba CON $180^\circ \cdot s^{-1}$	4 repeticiones sub máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla (50, 70, 90, 100% MEP)	10 s
Test CON a $180^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla	60 s
Prueba CON $240^\circ \cdot s^{-1}$	4 repeticiones sub máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla (50, 70, 90, 100% MEP)	10 s
Test CON $240^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión/extensión concéntrica de rodilla	60 s
Familiarización EXC $60^\circ \cdot s^{-1}$	5 repeticiones sub máximas: flexión excéntrica de rodilla (50, 60, 70, 80 y 90% MEP)	90 s
Test EXC $60^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión excéntrica de rodilla	90 s
Test EXC $180^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión excéntrica de rodilla	90 s
Test EXC $240^\circ \cdot s^{-1}$	6 repeticiones máximas: flexión excéntrica de rodilla	90 s

CON: concéntrica EXC: excéntrica. MEP: máximo esfuerzo percibido. Adaptado de Vargas y cols. (25) y Stastny y cols. (30)

RESULTADOS

En el presente estudio participaron un total de 23 jugadoras (24.83 ± 4.79 años, 60.35 ± 7.27 kg, 165.04 ± 5.40 cm) pertenecientes a un mismo equipo de fútbol con participación en la liga profesional de México (Primera División).

7 jugadoras sufrieron lesiones en el muslo y/o rodilla por un mecanismo de lesión sin contacto en algún momento del torneo, y fueron asignadas al grupo de jugadoras lesionadas (JL n= 7). Se registraron un total de 9 lesiones: 1 lesión en el tendón del cuádriceps, 3 distensiones musculares en isquiotibiales, 2 distensiones musculares en aductores y 2 esguinces en rodilla.

Todas las lesiones ocurrieron en la extremidad inferior derecha de las jugadoras (para todas, su pierna dominante).

Las 16 jugadoras restantes fueron asignadas al grupo de jugadoras no lesionadas. Las características demográficas de los grupos se presentan en la tabla 2. Ambos grupos presentaron características demográficas similares.

Tabla 2. Datos demográficos de las jugadoras lesionadas y no lesionadas.

Grupo	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)
JL (n=7)	25.14 ± 4.63	58.71 ± 5.62	164.14 ± 4.88
JNL (n=16)	24.69 ± 5.00	61.06 ± 7.95	165.44 ± 5.72
valor p	0.84	0.49	0.61

Los datos se presentan como promedio \pm desviación estándar. Se considera un valor $p < .05$ como diferencia significativa. JL: jugadoras lesionadas, JNL: jugadoras no lesionadas.

En la tabla 3, se presentan los coeficientes de variación para cada una de las pruebas realizadas. Para todos los casos se obtuvo un $CV < 15\%$, siendo $13.41 \pm 9.44\%$ el mayor y $5.65 \pm 1.80\%$ el menor.

Los resultados de la relación H/Q convencional y funcional se presentan en la tabla 4. Cada uno se describe para la pierna dominante (PD) y la pierna no dominante (PND), incluyendo el valor de p para cada categoría. Los autores hallaron diferencias significativas en tres de las variables relacionadas a estas relaciones.

El grupo JL presentó una ratio H/Q^{conv} significativamente superior al JNL en la pierna dominante en las velocidades de $60^\circ/s$ ($59.11 \pm 4.64\%$ vs $51.17 \pm 9.32\%$, $p=0.04$) y $180^\circ/s$ ($63.04 \pm 6.76\%$ vs $54.03 \pm 8.24\%$, $p=0.02$).

El grupo JL también obtuvo valores de la ratio H/Q^{func} significativamente superiores al grupo JNL en la velocidad de $60^\circ/s$ ($0.97 \pm .07$ vs $0.86 \pm .11$, $p=0.03$) en la PD.

Ambos grupos obtuvieron ratios H/Q^{conv} inferiores a 60% en las tres velocidades evaluadas, excepto en dos casos (PD JL a 180 y $240^\circ/s$, $63.04 \pm 6.76\%$ y $63.21 \pm 6.58\%$, respectivamente).

Tabla 4. Ratios H/Q convencionales (TP Hcon/TP Qcon) y funcionales (TP Hexc/TP Qcon) de los grupos JL y JNL

		Pierna dominante			Pierna no dominante		
		JL	JNL	p	JL	JNL	p
$60^\circ/s$	RC (%)	59.22 ± 4.64	51.17 ± 9.32	0.04 *	50.81 ± 15.53	52.60 ± 12.41	0.77
	RF (%)	0.97 ± 0.07	0.86 ± 0.11	0.03 *	0.74 ± 0.02	0.90 ± 0.25	0.14
$180^\circ/s$	RC (%)	63.04 ± 6.76	54.03 ± 8.24	0.02	54.20 ± 10.34	54.05 ± 8.54	0.97
	RF (%)	1.21 ± 0.11	1.14 ± 0.12	0.20	1.05 ± 0.18	1.14 ± 0.25	0.46
$240^\circ/s$	RC (%)	63.21 ± 6.58	55.79 ± 8.37	0.05	58.03 ± 8.76	55.72 ± 9.83	0.60
	RF (%)	1.38 ± 0.16	1.30 ± 0.18	0.36	1.32 ± 0.23	1.28 ± 0.27	0.76

Los datos se presentan como porcentajes, así como promedio \pm desviación estándar. * $p < .05$, TP: torque pico (N·m), JL: jugadoras no lesionadas, JNL: jugadoras no lesionadas, RC: ratio convencional (TP concéntrico de isquiotibiales (N·m)/TP concéntrico de cuádriceps (N·m)). RF: ratio funcional (TP excéntrico de isquiotibiales (N·m)/ TP concéntrico de cuádriceps (N·m)).

Los resultados relacionados al desbalance contralateral de flexores de rodilla y desbalance contralateral de extensores de rodilla se presentan en la tabla 5. Los autores no encontraron diferencias significativas entre grupos en estas variables a ninguna de las velocidades evaluadas.

Ambos grupos obtuvieron valores de desbalance contralateral dentro del rango recomendado ($<15\%$), excepto para uno de los casos (desbalance de flexores de JL evaluado a $60^\circ/s = 18.21 \pm 15.26\%$).

Los resultados del torque máximo (TM) concéntrico generado por los músculos flexores y extensores de rodilla, y TM excéntrico de los flexores de rodilla, se presentan

de forma absoluta ($N \cdot m$) y relativa ($TM/\text{peso corporal } [N \cdot m \cdot kg^{-1}]$) en las tablas 6 y 7, respectivamente.

Tabla 3. Coeficiente de variación promedio de cada prueba evaluada

Prueba	60°/s		180°/s		240°/s		
	PD	PND	PD	PND	PD	PND	
Equipo (n=23)	CV Ext CON (%)	5.73 ± 2.16	6.04 ± 2.41	8.89 ± 6.20	6.93 ± 4.10	8.06 ± 5.82	9.65 ± 9.80
	CV Flex CON (%)	6.60 ± 2.66	8.39 ± 6.20	9.26 ± 7.59	6.85 ± 2.56	7.88 ± 4.07	10.19 ± 9.14
	CV Flex EXC (%)	9.17 ± 6.37	8.98 ± 4.87	7.78 ± 6.00	8.26 ± 3.11	9.67 ± 5.79	9.60 ± 4.89
JL (n=7)	CV Ext CON (%)	6.06 ± 2.22	6.94 ± 3.45	9.40 ± 8.36	8.33 ± 4.01	10.23 ± 8.16	9.67 ± 4.79
	CV Flex CON (%)	5.84 ± 2.96	13.41 ± 9.44	8.73 ± 4.93	7.53 ± 3.72	9.44 ± 5.57	10.73 ± 3.76
	CV Flex EXC (%)	7.83 ± 2.95	6.24 ± 1.62	5.97 ± 4.19	7.82 ± 3.47	6.77 ± 2.12	9.03 ± 4.42
JNL (n=16)	CV Ext CON (%)	5.59 ± 2.19	5.65 ± 1.80	8.66 ± 5.32	6.33 ± 4.11	7.11 ± 4.46	9.64 ± 11.48
	CV Flex CON (%)	6.93 ± 2.54	6.19 ± 1.95	9.49 ± 8.63	6.55 ± 1.94	7.19 ± 3.20	9.95 ± 10.81
	CV Flex EXC (%)	9.75 ± 7.40	10.18 ± 5.36	8.46 ± 6.53	8.43 ± 3.07	10.76 ± 6.38	9.81 ± 5.18

Los datos se presentan como porcentajes, así como promedio ± desviación estándar. PD: Pierna dominante, PND: pierna no dominante, JL: jugadoras lesionadas, JNL: jugadoras no lesionadas, CV: coeficiente de variación (%), Ext: extensión, Flex: flexión, CON: concéntrica, EXC: excéntrica

Tabla 5. Desbalance muscular relacionado al torque máximo (N·m) de flexores y extensores de rodilla en grupos JL y JNL

Velocidad angular	60°/s			180°/s			240°/s		
	JL	JNL	p	JL	JNL	p	JL	JNL	p
Desbalance de extensores (%)	12.40 ± 9.94	10.46 ± 11.29	0.70	9.59 ± 8.65	7.60 ± 6.10	0.53	10.83 ± 9.80	6.08 ± 3.69	0.10
Desbalance de flexores (%)	18.21 ± 15.26	11.40 ± 7.64	0.16	10.92 ± 14.21	7.76 ± 8.37	0.51	9.65 ± 9.64	7.96 ± 5.63	0.60

Los datos se presentan como porcentajes, así como promedio ± desviación estándar. Se considera a un valor $p < .05$ como diferencia significativa. JL: jugadoras lesionadas, JNL: jugadoras no lesionadas, Desbalance de extensores (((torque máximo concéntrico extensores pierna dominante-torque máximo concéntrico extensores pierna no dominante)/torque máximo concéntrico extensores pierna dominante)*100)). Desbalance de flexores (((torque máximo concéntrico flexores pierna dominante-torque máximo concéntrico flexores pierna no dominante)/torque máximo concéntrico flexores pierna dominante)*100)).

Tabla 6. Torque máximo (N·m) promedio de flexión y extensión de las jugadoras lesionadas y no lesionadas.

		TP CON EXT (N·m)		TP CON FLEX (N·m)		TP EXC FLEX (N·m)	
		PD	PND	PD	PND	PD	PND
Jugadoras lesionadas (n=7)	60°/s	144.80 ± 22.95	159.27 ± 33.83	85.79 ± 15.16	77.71 ± 14.22	139.57 ± 21.37	115.22 ± 26.23
	180°/s	109.39 ± 15.37	114.74 ± 24.68	69.09 ± 13.23	60.54 ± 10.77	129.88 ± 15.92	115.80 ± 25.21
	240°/s	97.87 ± 14.35	98.47 ± 22.57	61.74 ± 10.37	55.81 ± 9.91	130.77 ± 14.89	122.38 ± 23.73
Jugadoras no lesionadas (n=16)	60°/s	169.20 ± 29.75	154.41 ± 33.98	85.10 ± 13.33	78.43 ± 12.70	143.86 ± 22.67	135.14 ± 31.06
	180°/s	121.97 ± 19.59	115.19 ± 20.05	65.26 ± 10.75	61.68 ± 10.91	137.59 ± 22.18	129.47 ± 31.16
	240°/s	106.41 ± 18.46	102.99 ± 16.86	58.89 ± 10.90	56.73 ± 9.72	136.20 ± 20.12	131.30 ± 33.12

Los datos se presentan como promedio ± desviación estándar. TP: torque pico (expresado en N·m), CON: concéntrico, EXC: excéntrico, EXT: extensores, FLEX: flexores, PD: pierna dominante, PND: pierna no dominante.

Tabla 7. Torque máximo normalizado al peso corporal ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$) promedio de las jugadoras lesionadas y no lesionadas.

		TP/PC CON EXT ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)		TP/PC CON FLEX ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)		TP/PC EXC FLEX ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)	
		PD	PND	PD	PND	PD	PND
Jugadoras lesionadas (n=7)	60°/s	2.46 ± 0.28	2.69 ± 0.38	1.46 ± 0.21	1.34 ± 0.29	2.39 ± 0.21	1.97 ± 0.30
	180°/s	1.86 ± 0.15	1.94 ± 0.30	1.17 ± 0.14	1.03 ± 0.13	2.23 ± 0.11	1.98 ± 0.27
	240°/s	1.66 ± 0.16	1.66 ± 0.27	1.05 ± 0.09	0.95 ± 0.11	2.25 ± 0.20	2.09 ± 0.25
Jugadoras no lesionadas (n=16)	60°/s	2.77 ± 0.36	2.54 ± 0.49	1.40 ± 0.16	1.29 ± 0.17	2.35 ± 0.18	2.20 ± 0.32
	180°/s	2.00 ± 0.22	1.90 ± 0.30	1.07 ± 0.14	1.01 ± 0.16	2.25 ± 0.21	2.11 ± 0.32
	240°/s	1.74 ± 0.22	1.70 ± 0.24	0.97 ± 0.14	0.93 ± 0.14	2.24 ± 0.22	2.13 ± 0.33

Los datos se presentan como promedio ± desviación estándar. TP/PC: torque pico relativo al peso corporal (expresado en $N \cdot m \cdot kg^{-1}$), CON: concéntrico, EXC: excéntrico, EXT: extensores, FLEX: flexores, PD: pierna dominante, PND: pierna no dominante.

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue determinar si existían diferencias en los valores previos de las ratios de fuerza isquiotibiales/cuádriceps convencional ($H^{\text{con}}/Q^{\text{con}}$) y funcional ($H^{\text{exc}}/Q^{\text{con}}$), y desbalance de fuerza contralateral de isquiotibiales y cuádriceps, entre las jugadoras de un equipo de fútbol profesional que sufrieron lesiones musculoesqueléticas con un mecanismo de lesión sin contacto en la zona del muslo y rodilla durante una temporada competitiva y las jugadoras que no se lesionaron, así como presentar los valores de las ratios de fuerza isquiotibiales/cuádriceps convencional y funcional (%), torque máximo (N·m) y desbalances musculares (%) encontrados en esta población.

Se hipotetizó que las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada poseen valores de ratio H/Q convencional y funcional menores que las jugadoras no lesionadas, así como un porcentaje superior de desbalance muscular en los músculos flexores y extensores de rodilla, previo al inicio del torneo.

Los autores de este estudio no encontraron información que sustentara ninguna de estas declaraciones en la población de estudio, por lo que se rechaza esta hipótesis y se confirma, para la población evaluada, la hipótesis nula, que establece que las jugadoras que sufren lesiones a lo largo de una temporada no poseen valores de ratio H/Q convencional y funcional menores que las jugadoras no lesionadas, ni tampoco un porcentaje superior de desbalance muscular en los músculos flexores y extensores de rodilla, previo al inicio del torneo.

Contrario a lo esperado, las jugadoras que tuvieron lesiones a lo largo de la temporada presentaron valores superiores de ratio H/Q convencional a los de las jugadoras no lesionadas en la extremidad dominante evaluada a 60°/s ($59.11 \pm 4.64\%$ vs $51.17 \pm 9.32\%$, $p=0.04$) y 180°/s ($63.04 \pm 6.76\%$ vs $54.03 \pm 8.24\%$, $p=0.02$).

Las jugadoras del grupo JL obtuvieron también una ratio H/Q funcional superior al grupo JNL en la extremidad dominante a 60°/s ($.97 \pm .07$ vs $.86 \pm .11$, $p=.03$), también contrario a lo esperado por los autores.

Se destaca que todas lesiones registradas durante el periodo de recogida de datos de este estudio ocurrieron en la pierna dominante de las jugadoras, que es donde se hallaron las principales diferencias entre grupos.

Similar a nuestros resultados, otros autores tampoco han encontrado diferencias en las relaciones de fuerza H/Q convencionales y funcionales en deportistas no lesionados y deportistas con lesiones de isquiotibiales y LCA (21,34).

En el 2022, Kellis y cols. (21) publicaron una revisión crítica y sistemática en la que buscaban examinar el valor de la relación H/Q como un factor de riesgo independiente para lesiones de isquiotibiales y LCA. Incluyeron estudios prospectivos que evaluaran las relaciones H/Q (convencional, funcional y mixta), como factores de riesgo para la ocurrencia de lesiones en isquiotibiales (18 estudios) y LCA (5 estudios).

De los 18 estudios sobre lesiones de isquiotibiales, 14 informaron diferencias no significativas entre los grupos o piernas lesionados y no lesionados, mientras que ninguno de los estudios sobre LCA informó diferencias entre atletas lesionados y no lesionados.

De esos 14 estudios, 11 informaron que no había asociación entre la relación $H:Q^{\text{conv}}$ a $60^\circ/s$ y la lesiones de isquiotibiales; 4 estudios llegaron a una conclusión similar para la ratio H/Q^{conv} evaluada a $180^\circ/s$. De manera similar, 5 (de 6) estudios informaron asociaciones no significativas de la ratio H/Q^{func} con lesiones en isquiotibiales.

Los autores establecieron que la síntesis de la mejor evidencia disponible demostró que existía evidencia limitada de que la ratio de fuerza H/Q, tanto convencional como funcional, fuera un factor de riesgo independiente para las lesiones de los isquiotibiales y del LCA.

Similar a lo encontrado en este estudio, los autores no encontraron diferencias significativas entre los grupos que favorecieran a los deportistas no lesionados y por sobre los lesionados.

Respecto a los resultados relacionados al desbalance de fuerza de los músculos flexores y extensores de rodilla (desbalance de fuerza contralateral), si bien, los autores no hallaron diferencias significativas entre la media de los grupos, y además, las medias de ambos grupos se mantuvieron dentro de los rangos recomendados en la literatura para

poblaciones deportistas (<15%) (25,30), resulta interesante para los autores resaltar las desviaciones estándar presentadas en las variables relacionadas a estas mediciones, que sugieren prestar atención a los desbalances musculares individuales de cada jugadora.

Analizar los reportes y las curvas de las pruebas podría brindarnos un mayor entendimiento y facilitar la identificación de las áreas de debilidad y fortaleza en las deportistas, que permitan establecer objetivos de entrenamiento para cada una respetando sus necesidades individuales.

Como es descrito por Kellis y cols. (21), la monitorización de estos desequilibrios de fuerza en conjunto con diferentes factores de riesgo específicos del deporte podría brindar un mayor entendimiento de las lesiones que se presentan a lo largo de la temporada.

Finalmente, a pesar del tamaño de muestra pequeño de este estudio, los autores encuentran un gran valor en aportar datos sobre mujeres deportistas profesionales al cuerpo de literatura disponible en la actualidad.

CONCLUSIÓN

Los autores de este estudio encontraron que las jugadoras que se lesionaron durante la temporada obtuvieron ratios H/Q convencionales superiores a los obtenidos por las jugadoras no lesionadas en la pierna dominante evaluada a 60°/s ($59.11 \pm 4.64\%$ vs $51.17 \pm 9.32\%$, $p=0.04$) y 180°/s ($63.04 \pm 6.76\%$ vs $54.03 \pm 8.24\%$, $p=0.02$) y ratios H/Q funcionales superiores en la pierna dominante en la velocidad de 60°/s ($.97 \pm .07$ vs $.86 \pm .11$, $p=.03$) en las evaluaciones isocinéticas de rodilla realizadas al inicio de la pretemporada. Confirmando así, para estas variables, la hipótesis alterna de los conjuntos de hipótesis 1 y 2.

Todas las lesiones ocurrieron en la pierna dominante de las futbolistas, que fue donde se encontraron las principales diferencias al comparar ambos grupos.

No se hallaron diferencias entre grupos en la extremidad no dominante para ninguna de las variables analizadas en ninguna de las tres velocidades evaluadas.

Tampoco se encontraron diferencias al comparar el porcentaje de desbalance de fuerza contralateral, tanto de isquiotibiales como de cuádriceps, en ninguna de las velocidades evaluadas. Por lo que la hipótesis alterna de los conjuntos de hipótesis 3 y 4 son rechazadas, confirmando así las hipótesis nulas de estos conjuntos.

Los autores recomiendan complementar los resultados de las evaluaciones isocinéticas de rodilla con los resultados de otras pruebas de evaluación en extremidades inferiores, así como con el análisis de diferentes factores de riesgo (modificables y no modificables), para obtener un panorama amplio que permita entender las causas y los factores relacionados con la incidencia de lesiones de este deporte.

LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los autores de este estudio son conscientes de las limitaciones que este posee. Sugieren que los resultados sean interpretados con precaución: 1) debido al tamaño de la muestra, 2) solo se analizaron las relaciones de fuerza, las cuales son derivadas del torque máximo generado por cada grupo muscular y expresadas como porcentajes o ratios; sin embargo, no se analizaron las diferencias del torque máximo alcanzado por ambos grupos musculares (a nivel absoluto y relativo) entre grupos, por lo que no se sabe si, más allá del balance de fuerza entre músculos, alguno de los dos grupos posee valores de torque máximo superiores al otro, ni si esto mostraría una mayor predisposición a sufrir una lesión, 3) tampoco se analizó el trabajo realizado por las jugadoras durante las repeticiones y series evaluadas, que, a diferencia del torque máximo que solamente nos brinda información de un instante específico de la prueba y del rango de trabajo de la articulación, la variable de trabajo total puede ofrecernos información respecto a la capacidad de aplicación de fuerza del músculo a través del tiempo y a través del rango de movimiento, así como su capacidad de tolerar la fatiga, y 4) las velocidades de evaluación (60, 180 y 240°/s) son inferiores a las velocidades a las que ocurren la mayoría de los gestos deportivos en el fútbol, por lo que evaluaciones a mayores velocidades (p.ej.: 300°/s) resulta necesario.

También se destaca que en este estudio no se realizaron pruebas de asociación entre las variables isocinéticas analizadas y la incidencia de lesiones. Las investigaciones futuras deberían contemplar este tipo de análisis para complementar los datos obtenidos en este estudio.

Debido al enfoque analítico de estas pruebas y a la alta implicación de recursos (materiales, económicos, humanos y temporales) que estas suponen, es nuestro deber continuar en la búsqueda de opciones más eficientes que nos ofrezcan información confiable y oportuna.

Las valoraciones de fuerza y rendimiento de las extremidades inferiores resultan fundamentales para los médicos, fisioterapeutas, readaptadores, preparadores físicos y cuerpo técnico de los equipos, debido a la alta prevalencia de lesiones en rodilla,

cuádriceps e isquiotibiales en el fútbol femenino, y al impacto económico y deportivo que estas representan tanto para las jugadoras como para los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Villaseca-Vicuña R, Otero-Saborido FM, Perez-Contreras J, Gonzalez-Jurado JA. Relationship between Physical Fitness and Match Performance Parameters of Chile Women's National Football Team. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. el 2 de agosto de 2021 [citado el 25 de agosto de 2022];18(16). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34444159/>
2. López-Valenciano A, Raya-González J, Garcia-Gómez JA, Aparicio-Sarmiento A, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, et al. Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* [Internet]. el 1 de marzo de 2021 [citado el 25 de agosto de 2022];51(3):423–42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33433863/>
3. FIFA. Women's Football Member Associations Survey Report [Internet]. Zurich, Switzerland; 2019 [citado el 25 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://digitalhub.fifa.com/m/231330ded0bf3120/original/nq3ensohyxpuxovcovj0-pdf.pdf>
4. del Coso J, Herrero H, Salinero JJ. Injuries in Spanish female soccer players. *J Sport Health Sci* [Internet]. el 1 de abril de 2018 [citado el 25 de agosto de 2022];7(2):183–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30356460/>
5. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. el 1 de enero de 2018 [citado el 7 de marzo de 2022];28(1):237–45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28207979/>
6. Horan D, Blake C, Häggglund M, Kelly S, Roe M, Delahunt E. Injuries in elite-level women's football—a two-year prospective study in the Irish Women's National League. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. el 1 de enero de 2022 [citado el 28 de agosto de 2022];32(1):177–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34719066/>
7. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, Vera-Garcia FJ, de Ste Croix M, Myer GD, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic

- review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. el 1 de junio de 2020 [citado el 30 de agosto de 2022];54(12):711–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31171515/>
8. Steffen K, Nilstad A, Kristianslund EK, Myklebust G, Bahr R, Krosshaug T. Association between lower extremity muscle strength and noncontact ACL injuries. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. el 1 de noviembre de 2016 [citado el 5 de marzo de 2022];48(11):2082–9. Disponible en: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2016/11000/Association_between_Lower_Extremity_Muscle.2.aspx
 9. Risberg MA, Steffen K, Nilstad A, Myklebust G, Kristianslund E, Moltubakk MM, et al. Normative Quadriceps and Hamstring Muscle Strength Values for Female, Healthy, Elite Handball and Football Players. *J Strength Cond Res*. agosto de 2018;32(8):2314–23.
 10. Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring:quadriceps strength ratios. *J Strength Cond Res* [Internet]. febrero de 2007 [citado el 30 de agosto de 2022];21(1):41–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17313266/>
 11. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. marzo de 2006 [citado el 1 de septiembre de 2022];14(3):204–13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16235056/>
 12. Waldén M, Hägglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. el 1 de enero de 2011 [citado el 22 de diciembre de 2022];19(1):3–10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20532868/>
 13. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy* [Internet]. 2007 [citado el 22 de diciembre de 2022];23(12). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18063176/>

14. Montalvo AM, Schneider DK, Silva PL, Yut L, Webster KE, Riley MA, et al. “What’s my risk of sustaining an ACL injury while playing football (soccer)?” A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. el 1 de noviembre de 2019 [citado el 22 de diciembre de 2022];53(21):1333–40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29599121/>
15. Stanley LE, Kerr ZY, Dompier TP, Padua DA. Sex Differences in the Incidence of Anterior Cruciate Ligament, Medial Collateral Ligament, and Meniscal Injuries in Collegiate and High School Sports: 2009-2010 Through 2013-2014. *Am J Sports Med* [Internet]. el 1 de junio de 2016 [citado el 22 de diciembre de 2022];44(6):1565–72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26940226/>
16. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* [Internet]. agosto de 2008 [citado el 25 de diciembre de 2022];36(8):1469–75. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18448578/>
17. Petersen J, Hölmich P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med* [Internet]. junio de 2005 [citado el 22 de diciembre de 2022];39(6):319–23. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15911599/>
18. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio Naclerio F. The Effectiveness of Injury Prevention Programs to Modify Risk Factors for Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Hamstring Injuries in Uninjured Team Sports Athletes: A Systematic Review. *PLoS One* [Internet]. el 1 de mayo de 2016 [citado el 25 de diciembre de 2022];11(5). Disponible en: </pmc/articles/PMC4865209/>
19. 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* [Internet]. el 1 de agosto de 2018 [citado el 1 de diciembre de 2022];21(8):789–93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29233665/>
20. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female

- athletes. Clin J Sport Med [Internet]. enero de 2009 [citado el 1 de diciembre de 2022];19(1):3–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19124976/>
21. Kellis E, Sahinis C, Baltzopoulos V. Is hamstrings-to-quadriceps torque ratio useful for predicting anterior cruciate ligament and hamstring injuries? A systematic and critical review. J Sport Health Sci. el 19 de enero de 2022;
 22. Drouin JM, Valovich-McLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. Eur J Appl Physiol [Internet]. enero de 2004 [citado el 30 de agosto de 2022];91(1):22–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14508689/>
 23. Huesa Jiménez F, García Díaz J, Vargas Montes J. Dinamometría isocinética. Rehabilitacion (Madr). el 1 de enero de 2005;39(6):288–96.
 24. Eustace SJ, Page RM, Greig M. Isokinetic strength differences between elite senior and youth female soccer players identifies training requirements. Phys Ther Sport [Internet]. el 1 de septiembre de 2019 [citado el 30 de agosto de 2022];39:45–51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31254916/>
 25. Vargas VZ, Motta C, Peres B, Vancini RL, Andre Barbosa De Lira C, Andrade MS. Knee isokinetic muscle strength and balance ratio in female soccer players of different age groups: a cross-sectional study. Phys Sportsmed [Internet]. el 2 de enero de 2020 [citado el 30 de mayo de 2022];48(1):105–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31307251/>
 26. Bogdanis GC, Kalapotharakos VI. Knee Extension Strength and Hamstrings-to-Quadriceps Imbalances in Elite Soccer Players. Int J Sports Med [Internet]. el 28 de octubre de 2016 [citado el 30 de agosto de 2022];37(2):119–24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26509377/>
 27. Vargas VZ, Motta C, Peres B, Vancini RL, Andre Barbosa De Lira C, Andrade MS. Knee isokinetic muscle strength and balance ratio in female soccer players of different age groups: a cross-sectional study. Phys Sportsmed [Internet]. el 2 de enero de 2020 [citado el 29 de mayo de 2022];48(1):105–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31307251/>

28. dos Santos Andrade M, de Lira CAB, de Carvalho Koffes F, Mascarin NC, Benedito-Silva AA, da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sci* [Internet]. marzo de 2012 [citado el 30 de agosto de 2022];30(6):547–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22364375/>
29. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* [Internet]. 1997 [citado el 27 de marzo de 2023];25(1):81–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9006698/>
30. Stastny P, Lehnert M, Tufano JJ. Muscle Imbalances: Testing and Training Functional Eccentric Hamstring Strength in Athletic Populations. *J Vis Exp* [Internet]. el 1 de mayo de 2018 [citado el 30 de agosto de 2022];2018(135). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29781992/>
31. Jenkins NDM, Hawkey MJ, Costa PB, Fiddler RE, Thompson BJ, Ryan ED, et al. Functional hamstrings: quadriceps ratios in elite women’s soccer players. *J Sports Sci* [Internet]. marzo de 2013 [citado el 30 de mayo de 2022];31(6):612–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23150930/>
32. Dvir Zeevi. *Isokinetics : muscle testing, interpretation, and clinical applications* [Internet]. Churchill Livingstone; 1996 [citado el 27 de marzo de 2023]. 199 p. Disponible en: <https://books.google.com/books/about/Isokinetics.html?hl=es&id=k-tsAAAAMAAJ>
33. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* [Internet]. agosto de 2008 [citado el 8 de noviembre de 2022];36(8):1469–75. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18448578/>
34. Zvijac JE, Toriscelli TA, Merrick S, Kiebzak GM. Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from the NFL Scouting Combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players. *Am J Sports Med* [Internet]. julio de 2013 [citado el 1 de diciembre de 2022];41(7):1511–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23715824/>

35. Bakken A, Targett S, Bere T, Eirale C, Farooq A, Mosler AB, et al. Muscle Strength Is a Poor Screening Test for Predicting Lower Extremity Injuries in Professional Male Soccer Players: A 2-Year Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med* [Internet]. el 1 de mayo de 2018 [citado el 31 de enero de 2023];46(6):1481–91. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29533672/>
36. Green B, Bourne MN, Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. el 1 de marzo de 2018 [citado el 1 de diciembre de 2022];52(5):329–36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29187349/>
37. Shalaj I, Gjaka M, Bachl N, Wessner B, Tschan H, Tishukaj F. Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PLoS One* [Internet]. el 1 de noviembre de 2020 [citado el 27 de marzo de 2023];15(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33166289/>
38. Van Dyk N, Bahr R, Whiteley R, Tol JL, Kumar BD, Hamilton B, et al. Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries: A 4-Year Cohort Study. *Am J Sports Med* [Internet]. el 1 de julio de 2016 [citado el 27 de marzo de 2023];44(7):1789–95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27002102/>
39. FIFA. Key Findings: Physical Analysis of the FIFA Women’s World Cup France 2019. 2019.
40. Milanović Z, Sporiš G, James N, Trajković N, Ignjatović A, Sarmiento H, et al. Physiological Demands, Morphological Characteristics, Physical Abilities and Injuries of Female Soccer Players. *J Hum Kinet* [Internet]. el 28 de diciembre de 2017 [citado el 25 de agosto de 2022];60(1):77–83. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29339987/>
41. Research Randomizer [Internet]. [citado el 25 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.randomizer.org/>
42. López-Valenciano A, Ayala F, De Ste Croix M, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Different neuromuscular parameters influence dynamic balance in male and female football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. el 14 de marzo

de 2019 [citado el 5 de marzo de 2022];27(3):962–70. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30088029/>

43. Stastny P, Lehnert M, Tufano JJ. Muscle Imbalances: Testing and Training Functional Eccentric Hamstring Strength in Athletic Populations. *J Vis Exp* [Internet]. el 1 de mayo de 2018 [citado el 11 de mayo de 2022];2018(135):57508. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6101060/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30088029/)