

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



INDICES DE FUERZA ISOCINETICA UNILATERAL Y
BILATERAL DE RODILLA EN JUGADORES DE
FUTBOL SOCCER PROFESIONAL

POR

DR. JOSE EDUARDO VELAZQUEZ BARRERA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE
Y REHABILITACION

DICIEMBRE 2018

**ÍNDICES DE FUERZA ISOCINÉTICA UNILATERAL Y
BILATERAL DE RODILLA EN JUGADORES DE
FUTBOL SOCCER PROFESIONAL**

Aprobación de la tesis:



Dr. Antonino Aguiar Barrera

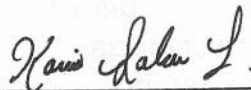
Director de Tesis



Dr. Med. Oscar Salas Fraire

Jefe del Departamento

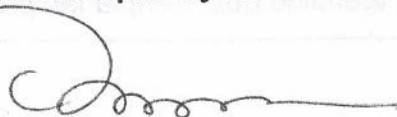
Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dra. Karina Salas Longoria

Coordinadora de Enseñanza

Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martinez

Subdirector Estudios de Posgrado

«El éxito no es un accidente. Es trabajo duro, perseverancia, aprendizaje, estudio, sacrificio y, sobre todo, amor por lo que estás haciendo o aprendiendo a hacer.»

-Pele

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mi mamá que es el pilar de mi vida, a mi familia de quienes aprendí que el amor es la base de la felicidad. A Guzman que me enseñó que la distancia no es impedimento para el amor. Y a todos mis amigos que estuvieron conmigo en estos años.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	1
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	3
Capítulo III	
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
Capítulo IV	
4. JUSTIFICACIÓN	15
Capítulo V	
5. HIPÓTESIS	16
Capítulo VI	
6. OBJETIVOS	17
Capítulo VII	
7. MATERIAL Y MÉTODOS	18
Capítulo VIII	
8. RESULTADOS	24
Capítulo IX	
9. DISCUSIÓN	31
Capítulo X	
10. CONCLUSIÓN	38

Capítulo XI

11. BIBLIOGRAFÍA 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Jugadores aparentemente sanos	27
2. Jugadores lesionados	28
3. Índices de fuerza isocinética de acuerdo con cada categoría	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modelo de Meeuwisse	5
2. Equipo Isocinético	7
3. Índices isocinéticos	8
4. Musculatura flexo-extensora de la rodilla	10
5. Muestra total y porcentaje por categoría	24
6. Valores antropométricos distribuidos por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados	26
7. Valores de pico de torque en extensores por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados	32
8. Valores de pico de torque en extensores por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados	33
9. Índices de fuerza unilateral derecho e izquierdo por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados	35
10. Índices de fuerza bilateral de jugadores aparentemente sanos y lesionados	37

LISTA DE ABREVIATURAS

Facultad de Medicina

Cm: Centímetros.

Kg: Kilogramos.

LCA: Ligamento cruzado anterior.

N-M: Newtons-metro.

PT: Pico de Torque.

PTEND: Pico de torque extensores pierna no dominante.

PTED: Pico de torque extensores pierna dominante.

PTFND: Pico de torque flexores pierna no dominante.

PTFND: Pico de torque flexores pierna no dominante.

Seg: Segundo

CAPÍTULO I

1. RESUMEN

La medición de la fuerza muscular es factor importante en la evaluación y predicción del estado muscular, el método isocinético un sistema de valoración, obtiene datos cuantitativos de dicho estado. Los índices isocinéticos se obtienen con el pico de torque máximo en cada uno de los grupos musculares principales de la rodilla. Los índices de fuerza bilateral/unilateral de rodilla son utilizados principalmente para: Identificar lesiones previas, factores de riesgo de lesión de la musculatura isquiotibial y del ligamento cruzado anterior.

El objetivo es analizar los índices de fuerza isocinéticos de los flexo-extensores de rodilla en jugadores de futbol soccer profesional de acuerdo con su categoría y antropometría, contribuir en la identificación de prevención de lesiones musculoesqueléticas en la práctica de futbol soccer profesional.

Metodología: Es un estudio observacional, retrospectivo y analítico. Se obtuvieron los resultados y se midió el torque máximo con una velocidad angular de 60°/seg en 375 futbolistas profesionales de 1°, 2° y 3° división del 2010 al 2015 evaluados en el departamento de Medicina del deporte y rehabilitación, Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Monterrey Nuevo León, México.

Los resultados de torques máximos por grupo fueron catalogados en jugadores lesionados y no lesionados de acuerdo con la división: 1°(n=142), 2° (n=86) y 3° (n=147) a partir de estos se obtuvieron los índices de fuerza isocinética de cada

Persona de 70 kg, peso 45 años corre 10 km por hora durante 30 min.

$$VO_2 = (\text{Velocidad}) (3.656 - 3.99)$$

$$(10 \text{ km/hr}) (3.656 - 3.99)$$

$$\underline{32.57 \text{ ml/kg/min}}$$

uno de los jugadores y la relación con sus características antropométricas. Los jugadores lesionados de 1era, 2da, y 3ra división presentaron menor peso, talla y flexibilidad; menor pico de torque tanto en extensores como en flexores derechos e izquierdos; mayor índice bilateral; menor índice unilateral derecho e izquierdo. La única excepción fue observada en el índice unilateral izquierdo de los jugadores de 3ra división el cual fue igual tanto en lesionados como en no lesionados. Los jugadores lesionados de 1era y 3ra división presentaron edad mayor, pero no fue el caso en los jugadores lesionados de 2da división. Los jugadores no lesionados de 1era división presentaron índices isocinéticos bilaterales menores que los de 2da división y estos últimos menores que los de 3ra división. Los jugadores de 1era división tanto lesionados como no lesionados presentaron mayores índices unilaterales derechos que los de 2da división y estos últimos que los de 3ra división.

Es importante tener parámetros isocinéticos e identificación de jugadores en riesgo según su categoría incluyendo características antropométricas. Contribuyendo a aportar datos de referencia para futuras valoraciones en los jugadores profesionales de soccer y ser utilizados para categorizar la función muscular como normal o con riesgo de lesión.

CAPÍTULO II

2. INTRODUCCIÓN

El Fútbol Soccer es un deporte de equipo jugado entre dos conjuntos de once jugadores cada uno y algunos árbitros que se ocupan de que las normas se cumplan correctamente. Es ampliamente considerado el deporte más popular del mundo, pues 270 millones de personas en el mundo están activamente involucradas en el fútbol, incluyendo a futbolistas, árbitros y directivos. De éstas, 265 millones juegan al fútbol regularmente de manera profesional, semiprofesional o amateur, considerando tanto hombres, mujeres, jóvenes y niños. Dicha cifra representa alrededor del 4% de la población mundial.(1) El fútbol reúne una serie de características complejas, al tratarse de un deporte colectivo, de cooperación-oposición y desarrollado mediante habilidades abiertas. Por éstas y otras características, son difíciles de aislar y definir cuáles son los factores que determinan el éxito o máximo rendimiento.(2)

El fútbol mexicano cuenta con mucho talento, el cual se puede encontrar en cualquiera de las divisiones que componen el Sistema de Ligas de Fútbol en México, En la rama varonil, el fútbol mexicano se divide en cinco niveles que son: Primera División, Liga de Ascenso, Segunda División, Tercera División y Sector Aficionado o Amateur. La primera división es el máximo circuito futbolístico de nuestro país; también conocida como la "Liga Mx", esta división es la que cuenta

con mayor popularidad y la que también genera más ingresos. Consiste en 18 equipos profesionales, que cada año juegan dos torneos: Apertura y Clausura. Siguiendo el ejemplo de la Primera División, año con año, un equipo perteneciente al ascenso se ve obligado a descender a Segunda División, que es un nivel de competencia que se maneja en nuestro fútbol. Dicha competición se divide en Serie A y Serie B. Dentro de la Serie A, podemos encontrar a aquellos equipos que cuentan con los recursos económicos para alcanzar un lugar en el Ascenso, así como los 18 equipos filiales de los clubes de Primera División. La Tercera División es un torneo anual que sirve para que los dos clubes que alcanzan la final, ganen la oportunidad de competir en Segunda División.(3)

Fisiológicamente, el fútbol se caracteriza por tener una alta intensidad y ejercicio intermitente(4) donde las habilidades motoras básicas y los gestos técnicos específicos de los diversos jugadores deben ser adaptadas constantemente a las variables internas y externas que se ven modificadas durante el período de juego. De acuerdo con esto se puede proponer que el jugador de fútbol requiere de un gran conjunto de acciones motoras y de una correcta condición física general para obtener un buen rendimiento durante el partido. Para esto es primordial identificar los aspectos que componen el rendimiento físico general y luego examinarlos desde lo individual en cada puesto de juego(5) así como establecer medidas de prevención de lesiones.

Debido a su popularidad y las características del juego, se puede esperar un gran número de lesiones en el fútbol. La prevención de las lesiones en el fútbol es obtenida con la determinación de los factores de riesgo de lesiones en el fútbol. Estos se clasifican de acuerdo con el factor precipitante que las desencadena, intrínseco y extrínsecas. El modelo causa multifactorial de Meeuwisse (Figura 1), entiende la lesión como la compleja interacción de una serie de factores de riesgo que clasifica como intrínsecos y extrínsecos, siendo los primeros los relacionados con el propio deportista, y los segundos los provenientes del ámbito externo.(6)

En cuanto a los factores de riesgo intrínsecos, la falta de flexibilidad muscular es uno de los factores de riesgo más comúnmente postuladas para el desarrollo de las lesiones musculares(4) así como la falta de fuerza de los músculos isquiotibial ha sido uno de los factores de riesgo que con más frecuencia se ha asociado con la lesión de dicha musculatura.(7)

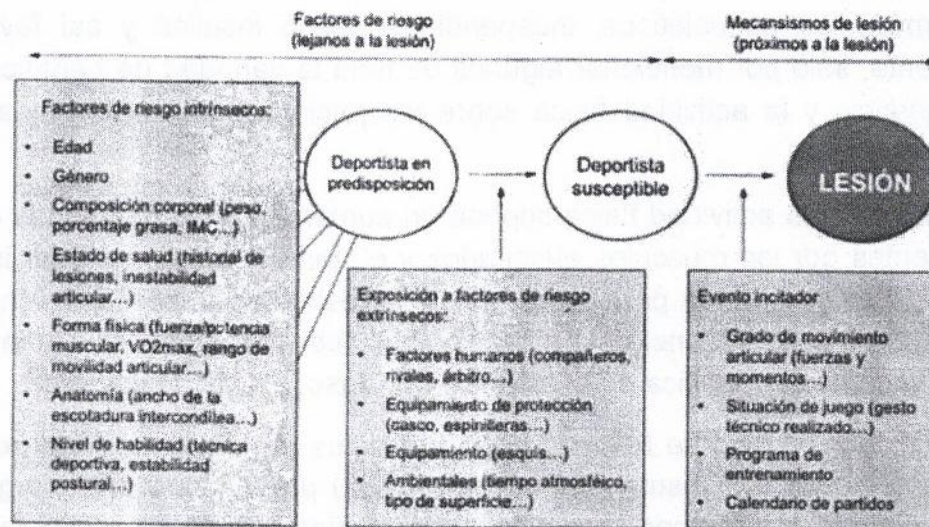


Figura 1. Modelo de Meeuwisse.

La fuerza muscular se define la fuerza como la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse. La producción de fuerza está basada en las posibilidades de contracción de la musculatura esquelética. Dicha contracción se genera en virtud de la coordinación de las moléculas proteicas contráctiles de actina y miosina dentro de las unidades morfofuncionales descritas en las fibras musculares o sarcómeras. Sin embargo, la relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de contracción o producción de fuerza.

Las pruebas de valoración de fuerza isocinética son probablemente las herramientas de estimación de la función muscular más utilizadas en el ámbito físico-deportivo.(8) Esto supone un problema importante para el fútbol profesional, ya que las lesiones de los futbolistas tienen una gran repercusión sobre los intereses deportivos y económicos de los clubes.

Entre las lesiones más comunes en el fútbol profesional destacan las distensiones y/o roturas de los músculos isquiotibiales, que representan el 37% del total de lesiones de los futbolistas. Además, destaca como aspecto importante, su elevada tasa de reincidencia entre el 12-16% de los casos.(9)

La fuerza isocinética es definida como la cantidad de fuerza o tensión que un músculo o grupo muscular ejerce contra una resistencia a una velocidad específica durante una contracción voluntaria máxima.(10)

El método isocinético (Figura 2) es un sistema de valoración que utiliza la tecnología informática y robótica para obtener y procesar en datos cuantitativos la capacidad muscular, ejercida dinámicamente, en un rango de movimiento determinado y a una velocidad constante y programable.(11)



Figura 2. Equipo Isocinético.

A partir de esto se han empleado índices de fuerza de la rodilla (Figura 3) en el ámbito de la medicina del deporte han sido extensivamente empleados para identificar posibles factores de riesgo de lesión como desgarros de la musculatura isquiotibial o lesiones del ligamento cruzado anterior, así también como monitorizar la eficacia de programas de rehabilitación en jugadores de fútbol-soccer y determinar si un deportista puede regresar al entrenamiento o competición de forma segura tras haber superado un proceso de rehabilitación.(12)

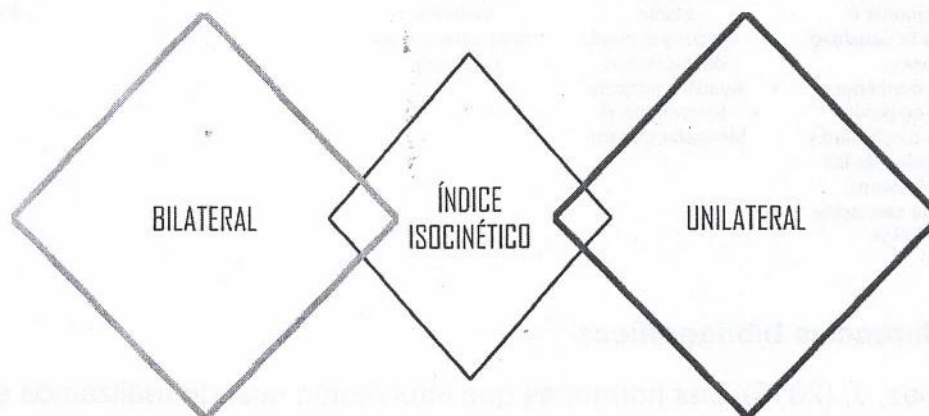


Figura 3. Índices isocinéticos.

Desequilibrios de fuerza entre la musculatura extensora y flexora de la rodilla factor es de gran importancia, ya que la lesión de los isquiotibiales ocurre comúnmente en acciones balísticas de extensión de rodilla, como el sprint cuando los músculos flexores se activan excéntricamente para frenar rápidamente el movimiento generado previamente por los músculos extensores de rodilla.

PS

El índice de fuerza bilateral más utilizado es en función que existe en relación entre la fuerza máxima de pierna dominante y no dominante.(13)

De acuerdo a la literatura se ha encontrado que el índice de fuerza bilateral de la flexión concéntrica de rodilla es capaz de discriminar entre personas con patología de la musculatura isquiotibial y/o del LCA y personas sanas.(14)

A si como en otras investigaciones se ha observado diferencias significativas entre el índice de fuerza bilateral concéntrico medido a 60°/s de jugadores profesionales de fútbol lesionados y no lesionados.(15) Además, de que una asimetría menor del 10% en el índice bilateral a 60°/Seg era capaz de identificar a jugadores no lesionados con una probabilidad del 90,1%.(16)

La evaluación unilateral de la relación existente entre la máxima fuerza de la musculatura extensora y flexora de la articulación de la rodilla (Figura 4) ha sido expresada cuantitativamente por medio del llamado Índice de fuerza convencional. Este índice isocinético es calculado como el cociente entre el momento o pico de fuerza máxima de la musculatura flexora y la musculatura extensora de rodilla medido durante contracciones concéntricas.

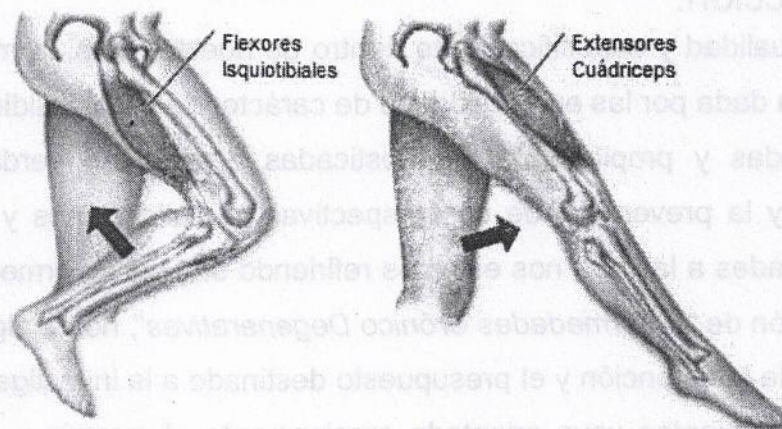


Figura 4. Musculatura flexo-extensora de la rodilla.

Un índice de fuerza unilateral menor de 0.50-0.60 ha sido asociado con un incremento significativo de hasta 17 veces de probabilidad de sufrir lesiones del ligamento cruzado anterior y desgarros de la musculatura isquiotibial.

Diferentes valores o umbrales de normalidad para el índice de fuerza convencional en función de la modalidad deportiva pueden ser encontrados en la literatura científica. En este sentido, un estudio retrospectivo (1973-1982) con jugadores de fútbol amateurs sugirió que un índice de fuerza Flexión Ratio/Extensión Ratio Concéntrico a 60°/Seg mayor de 0,55 fue un valor de normalidad apropiado para el retorno seguro a la práctica deportiva tras una lesión.(17) Posteriormente se obtuvo resultados en jugadores profesionales de fútbol determinó como punto de normalidad para el índice de fuerza Flexión Ratio/Extensión Ratio Concéntrico a 60°/Seg el valor 0,47.(18)

A pesar de la extensiva utilización de los índices de fuerza unilateral y bilateral de la rodilla como elementos que permiten identificar y predecir lesiones de la

extremidad inferior, son muy pocos los estudios que han tratado de verificar de forma científica dicha utilización. Quizás la gran diversidad de los resultados obtenidos por los diversos estudios pueda radicar en los diferentes procedimientos de evaluación empleados, en la escasa y diversa población objeto de estudio, en los distintos valores de normalidad utilizados para categorizar a los participantes, así como en las diferentes definiciones que del concepto lesión se emplean para considerar a los deportistas como lesionados o no lesionados. (19)

- Reducción de la glucosa plasmática durante y después del ejercicio
- Reducción de las concentraciones plasmáticas de insulina basales y postprandiales
- Reducción de los valores de hemoglobina glicosilada
- Mejora del perfil de lípidos
- Disminución de los niveles de los hormonas del estrés y aumento de la libido
- Disminución de la tensión arterial
- Aumento la oxigenación cerebral y pulmonar

Entre otros estos son algunos de los impactos del ejercicio ante estas enfermedades, más cabe destacar que estos beneficios no están solamente reservados para los pacientes con esta clase de padecimientos puesto a que efectos benéficos también se han observado en pacientes completamente sanos, es por ende que la recomendación de Sâmina a las semanas de ejercicio ha sido ampliamente difundida por la OMS y los profesionales de la salud. (Salud, 2016)

Durante la realización del ejercicio el ser humano se carga de consumir cantidades de los 3 macronutrientes de los que se compone la dieta, es decir, proteínas,

CAPÍTULO III

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las lesiones musculo esqueléticas son uno de los mayores problemas en el fútbol profesional, por las implicaciones y consecuencias deportivas y económicas. Dentro de estas, aún sin ser las más graves, si son las más frecuentes y reincidentes las lesiones musculares siendo la lesión aguda de la musculatura isquiotibial presentando una alta incidencia e, incluso, una elevada tasa de recurrencia.

Así como lesiones a nivel del ligamento cruzado anterior por el aumento de tensión del sistema capsulo ligamentario como estabilizador pasivo, donde la musculatura flexora de rodilla actúa como sinergista y elemento protector del ligamento cruzado anterior mediante su contracción excéntrica para contrarrestar las fuerzas de traslación anterior de la tibia producidas como consecuencia de la rápida y potente contracción concéntrica de la musculatura extensora de rodilla durante, por ejemplo, los movimientos de carrera y salto, además de acciones de golpeo de balón.(20) Esta acción de co-contracción de la musculatura flexora y extensora de rodilla es crucial para la estabilización dinámica de la misma, minimizando la magnitud de los movimientos (varo y valgo de rodilla, hiperextensión de rodilla) que podrían incrementar las tensiones de cizalla y tracción a soportar por el LCA y por la musculatura isquiotibial.(21)

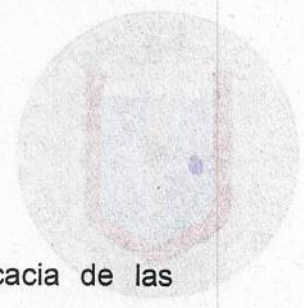
La falta de fuerza de los músculos isquiotibiales ha sido uno de los factores de riesgo que con más frecuencia se ha asociado con la lesión de dicha musculatura.

Así por ejemplo, se ha sugerido que una falta de fuerza de los isquiotibiales no permite al deportista contrarrestar a los cuádriceps durante la extensión de la rodilla en la fase final del balanceo de la carrera. (22)

Se ha encontrado que aquellos jugadores que sufrieron lesión de la musculatura flexora de rodilla durante la temporada habían mostrado en un análisis previo durante pretemporada un desbalance en el índice entre la fuerza de los isquiotibiales lesionados y los isquiotibiales no lesionados a una velocidad de 60°/s, no observándose diferencias cuando las velocidades fueron de 180 y 300°/s. Del mismo modo, mientras que una diferencia superior al 10% entre el torque máximo de las dos piernas para la fuerza de los isquiotibiales ($< 0,9$) ha sido propuesto como un factor de riesgo para sufrir esta lesión. (15)

Se ha demostrado diferencias en la fuerza de los músculos cuádriceps e isquiotibiales en jugadores de fútbol jóvenes y adultos, con fuerza muscular que aumenta con la edad. Se reporta que los arqueros y los defensores tienen un torque de extensión de rodillas superior que los mediocampistas y delanteros pero se atribuyó a que las diferencias para la mayoría de los jugadores se debían al tamaño corporal. Estos resultados indican que la alta fuerza muscular absoluta en los miembros inferiores es un componente importante para el éxito del juego del fútbol y la fuerza muscular aumenta con las normas progresivas del juego.

(11)



Estos fenómenos se han relacionado a menudo con la ineficacia de las estrategias utilizadas para prevenir la aparición de esta lesión, ya que estas no tienen en consideración, en muchas de las ocasiones, el carácter multifacético de la lesión.

La evaluación del rendimiento muscular humano ha sido sujeto de muchas investigaciones, principalmente en un esfuerzo por desarrollar terapias exitosas para lesiones musculares, así como también identificar las deficiencias en la fuerza muscular y evaluar la fuerza de los músculos agonistas y antagonistas. La relación isquiotibiales/cuádriceps ha sido utilizada para evaluar la capacidad funcional de la rodilla y el balance muscular por medio de pruebas isocinéticas que han sido aceptadas a nivel jurídico como una herramienta objetiva, indicadora de los déficits articulares y musculares existentes. Esta medida se utiliza como un parámetro más para definir grado de discapacidad del sujeto.

CAPÍTULO IV

4. JUSTIFICACIÓN

El propósito de estudio es describir los índices unilateral y bilateral de fuerza isocinética en los músculos flexores y extensores de rodilla a 60°/Seg. como parámetros de identificación y riesgo latente de probabilidad de lesión para los músculos isquiotibiales y ligamento cruzado anterior. De acuerdo a la función de los músculos isquiotibiales como estabilizadores dinámicos de la rodilla al realizar sprints, cambios de dirección y de velocidad, una disminución de la fuerza en este nivel una variación en los valores de fuerza entre el lado dominante y no dominante, o un desequilibrio de fuerzas entre la musculatura flexora y la musculatura extensora de rodilla pudiera teóricamente predisponer a un paciente o deportista a sufrir lesiones por desgarro de los músculos isquiotibiales y del LCA. De esta manera poder aportar valores de referencia en los jugadores profesionales de futbol Soccer y puedan ser utilizados por médicos del deporte para categorizar la función muscular como normal o con riesgo significativo de lesión.

En México existe poca evidencia de estos índices isocinéticos sobre todo en jugadores de futbol soccer profesional.

CAPÍTULO V

5. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS HO

No existe mayor variabilidad de índices isocinéticos unilateral y bilateral de rodilla dependientes de la categoría de futbol soccer profesional.

HIPÓTESIS H1

Existe mayor variabilidad de índices isocinéticos unilateral y bilateral de rodilla dependientes de la categoría de futbol soccer profesional.

CAPÍTULO VI

6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir y analizar los índices de fuerza isocinéticos de los flexo-extensores de rodilla en jugadores de futbol soccer profesional y correlacionarlos con su categoría.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

Aportar puntos de referencia encontrados en jugadores de futbol soccer profesional.

Contribuir en la identificación de prevención de lesiones musculo esqueléticas en la práctica de futbol soccer profesional.

CAPÍTULO VII

7. MATERIAL Y MÉTODOS

A. DISEÑO DE ESTUDIO:

Descriptivo, observacional, retrospectivo y analítico.

Población:

Jugadores de Futbol soccer profesional de primera, segunda y tercera división del equipo de la localidad de Monterrey Nuevo, León.

B. MUESTRA

Todos los jugadores de Futbol soccer profesional del equipo de la localidad de Monterrey N. L. evaluados en el equipo de Isocinética del departamento de Medicina del Deporte del Hospital Universitario del 2010 al 2015.

C. DISEÑO

Revisión de expedientes clínicos de Futbolistas profesionales evaluados en el departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del 2010 a 2015.

Protocolo para la realización de la prueba isocinética en el equipo de Biodex Multi-Joint System 4 Protocolo de Flexo extensión de rodilla modo concéntrico a 60°/seg. se seleccionaron pruebas con un coeficiente de variación menor al 12% para considerar que la prueba fue válida.

Cumpliendo con las siguientes indicaciones:

- No presentar ninguna lesión deportiva en el tren inferior ni enfermedad aguda sistémica en el momento de la prueba.
- Haber realizado calentamiento previo a la prueba en cicloergometro con 25 watts de resistencia por 5 minutos.
- Haber completado la prueba con 5 repeticiones máximas en modo concéntrico de flexión y extensión de rodilla en inicialmente la pierna dominante y posteriormente la no dominante.
- Se excluirán todas las pruebas que no cumplan con las características anteriores, así como aquellas que estén incompletas.

D. VARIABLES

Independiente:

Índice de fuerza isocinética unilateral.

Índice de fuerza isocinética bilateral.

Dependiente:

Categoría de futbol.

E. MATERIAL

Expedientes de los jugadores profesionales de futbol soccer de la localidad de

Monterrey N.L.

Recurso Humano.

F. FINANCIAMIENTO

Recursos económicos propios del Departamento de Medicina del Deporte y

Rehabilitación.

G. METODOLOGÍA:

La población estudiada incluye análisis de 375 pruebas isocinéticas de jugadores profesionales de futbol soccer de primera, segunda y tercera división avalados por la federación mexicana de futbol, evaluados en el departamento de medicina del deporte y rehabilitación del Hospital Universitario, Monterrey Nuevo León México del 2010 al 2015. Jugadores con alguna lesión previa a nivel del ligamento cruzado anterior o lesión en la musculatura isquiotibial se incluyeron en este trabajo. Las pruebas isocinéticas fueron realizadas en el equipo Biodex Multijoint System 4 (Shirley NY, Biodex Medical Systems, Inc.) Se tomaron medidas antropométricas como peso y talla. Con un test isocinético de esfuerzo concéntrico máximo bajo la estandarización del protocolo: el paciente en la posición de sedestación se establecieron los arcos de movimiento de forma individual de acuerdo a las características anatómicas de cada futbolista, con cinco repeticiones de extensión y flexión de la rodilla ejecutados a la velocidad angular de 60°/s, los jugadores fueron instruidos para trabajar con la mayor fuerza posible en ambas direcciones del movimiento, realizado de manera bilateral, para comparar la diferencia de fuerza entre los dos miembros inferiores, iniciando con el miembro dominante, después de al menos cinco minutos de calentamiento sobre la bicicleta estática y algunos movimientos sobre el dinamómetro para habituarse con la dinámica de la prueba. El equipo analizó automáticamente los picos de torque de las 5 repeticiones tanto en flexión como extensión de ambas rodillas, los resultados obtenidos en las pruebas isocinéticas tuvieron la corrección de la gravedad, se seleccionaron pruebas con un

coeficiente de variación menor al 12% para considerar que la prueba fue válida.

De acuerdo con los resultados se obtuvieron los índices de fuerza isocinética unilateral derecho e izquierdo y el índice bilateral de rodillas de cada uno de los participantes.

H. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los resultados obtenidos se elaboró una base de datos con Microsoft Excel 2013. Esta base de datos fue importada al programa SPSS versión 20. Se realizó estadística descriptiva de todas las variables.

Se verificó la distribución de las variables numéricas mediante la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov encontrando que la totalidad de las variables seguía una distribución paramétrica, razón por la cual se reportaron en media y desviación estándar.

CAPÍTULO VIII

8. RESULTADOS

La muestra estudiada formada por 375 jugadores profesionales divididos por categoría obteniendo primera división 147 jugadores (39.2%), segunda división 86 jugadores (22.9%) y tercera división 142 jugadores (37.8%).

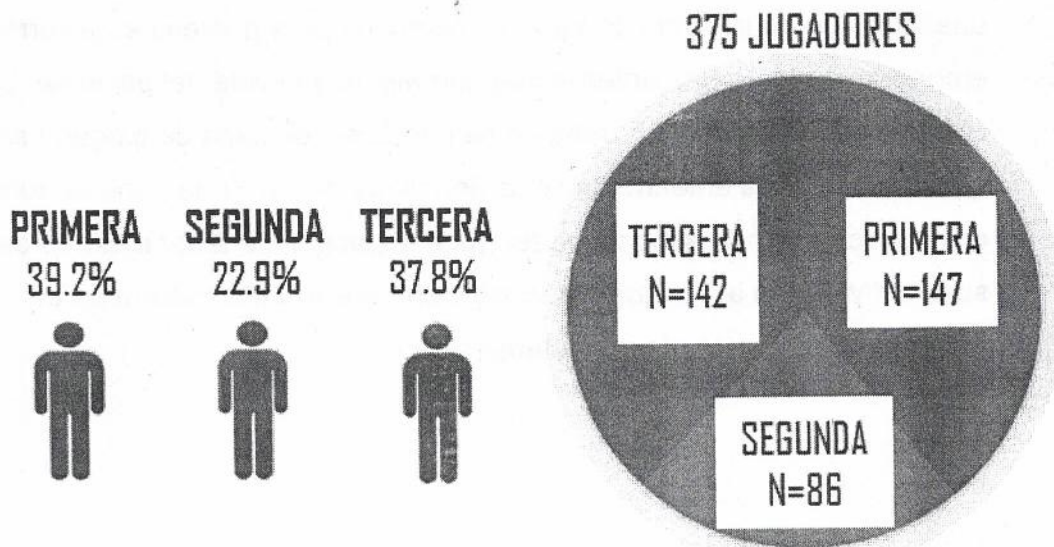
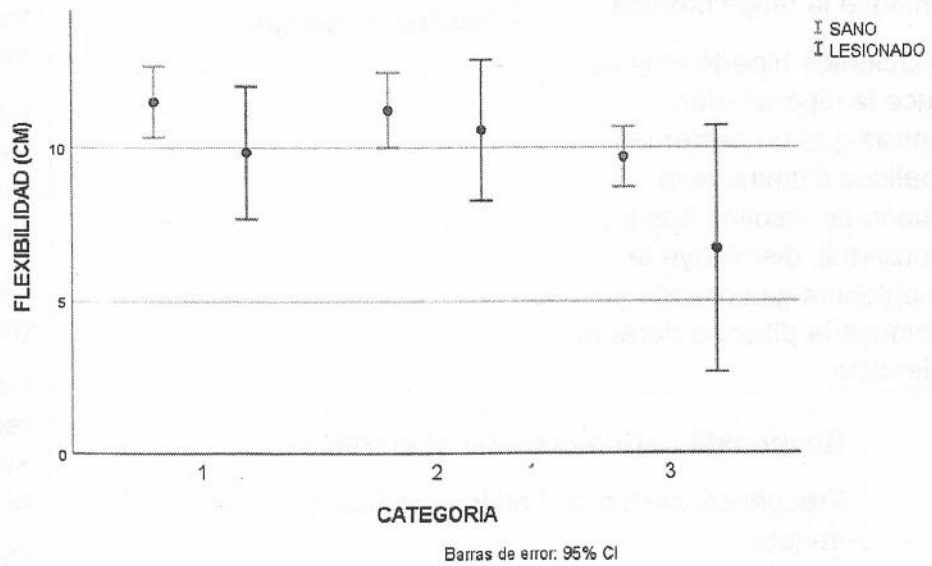
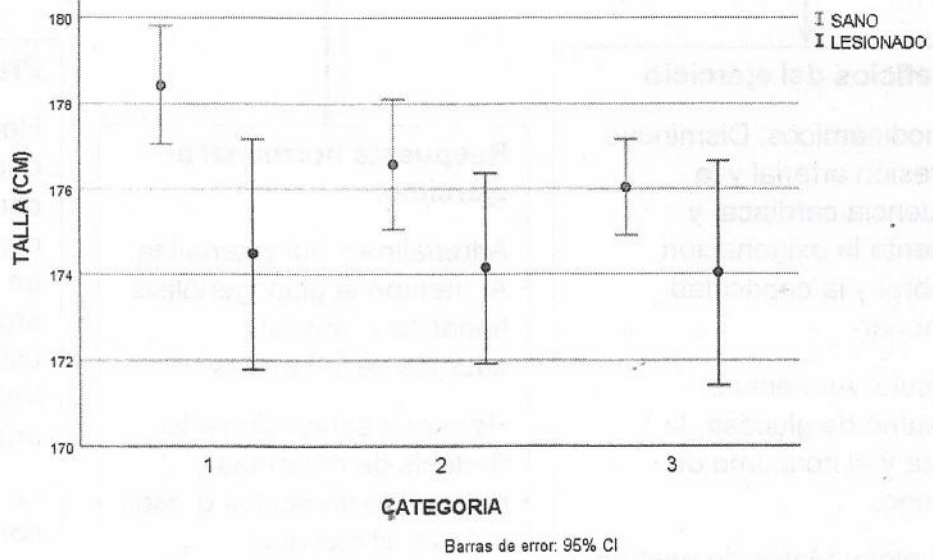


Figura 5. Muestra total y porcentaje por categoría.

Cada categoría se observa una distribución normal de las variables antropométricas donde los jugadores sin antecedentes de lesión tienen mejor perfil antropométrico, en primera y tercera división la edad observada con menor



Grafica 6. Valores antropométricos distribuidos por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados.

Los jugadores sin antecedentes de lesión de acuerdo con cada categoría de primera y segunda división superaban los 200 Newtons-metro para extensores de rodilla, así como niveles superiores de 100 Newtons-metro para flexores. Tercera división con menor perfil antropométrico con picos de torque menores de flexores y extensores para ambos miembros pélvicos. Correlación de los datos antropométricos y picos de torque de los flexores y extensores de rodilla entre cada categoría en jugadores sin lesiones relacionadas. Tabla 1

	EDAD Años ± D.E.	PESO Kg ± D.E.	TALLA Cm ± D.E.	PTED N·m ± D.E.	PTEI N·m ± D.E.	PTFD N·m ± D.E.	PTFI N·m ± D.E.
1° DIVISION	25.1 ± 3.8	75.5 ± 8.4	178.4 ± 7.4	208.9 3 ± 40.5	207.9 ± 35.9	123.67 ± 29.6	120.84 ± 26.2
2° DIVISION	18 ± 1.1	69.5 ± 7.0	176.5 ± 6.1	219.5 7 ± 40.2	212.4 6 ± 34.8	124.91 ± 26.7	119.77 ± 20.6
3° DIVISION	15.7 ± 1.0	66 ± 6.6	176 ± 6.6	191.1 5 ± 37.5	190.5 5 ± 34.3	105.61 ± 22.2	102.54 ± 23.4

Tabla 1. Jugadores aparentemente sanos. DE: Desviación estándar, PTED:

Pico de torque extensor derecho, PTEI: Pico de torque extensor izquierdo,

PTFD: Pico de torque flexión derecha, PTFI: Pico de torque flexión izquierda,

N·m: Newton metro.

Correlación de los datos antropométricos y picos de torque de los flexores y extensores de rodilla entre cada categoría en jugadores con lesiones involucradas con la musculatura isquiotibial y ligamento cruzado anterior. Con diferencias significativas en los parámetros antropométricos, así como la fuerza muscular mas significativa en el grupo flexor de ambos miembros pélvicos.

Tabla 2

	EDAD Años ± D.E.	PESO Kg ± D.E.	TALLA Cm ± D.E.	PTED N·m ± D.E.	PTEI N·m ± D.E.	PTFD N·m ± D.E.	PTFI N·m ± D.E.
1° DIVISION	28 ± 4.1	70.2 ± 6.9	174.4 ± 6.9	196.1 ± 43.2	185.2 5 ± 39.3	110.22 ± 30	100.17 ± 29.6
2° DIVISION	17.7 ± 1.1	66.3 ± 6.9	174.1 ± 5.0	196.3 ± 40.3	201.8 7 ± 40.7	115.99 ± 30.1	109 ± 25.7
3° DIVISION	16.3 ± 1.3	62.8 ± 6.6	174 ± 4.5	166.8 ± 27.1	163.4 8 ± 24.7	98.51 ± 18.9	89.45 ± 17.5

Tabla 2. Jugadores lesionados. DE: Desviación estándar, PTED: Pico de torque extensor derecho, PTEI: Pico de torque extensor izquierdo, PTFD: Pico de torque flexión derecha, PTFI: Pico de torque flexión izquierda, N·m: Newton metro.

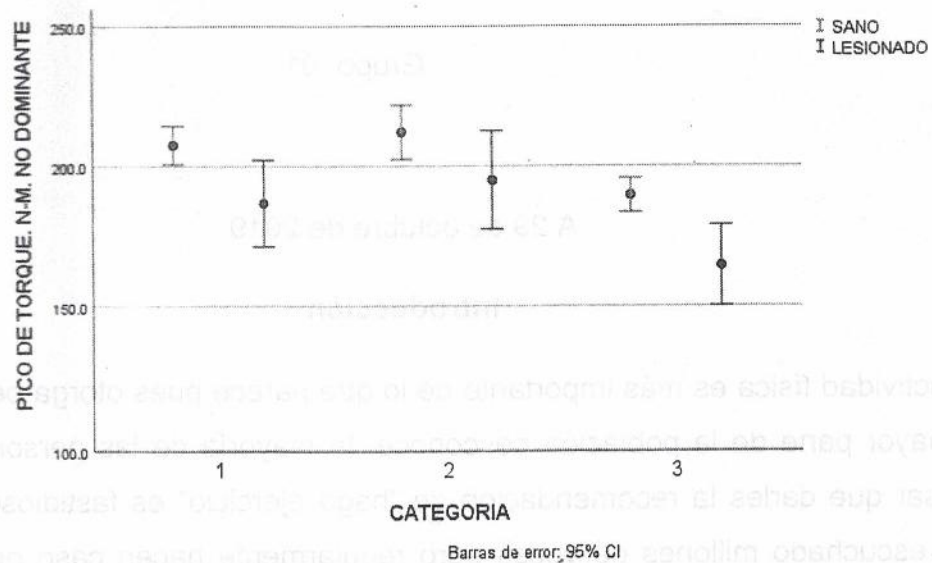
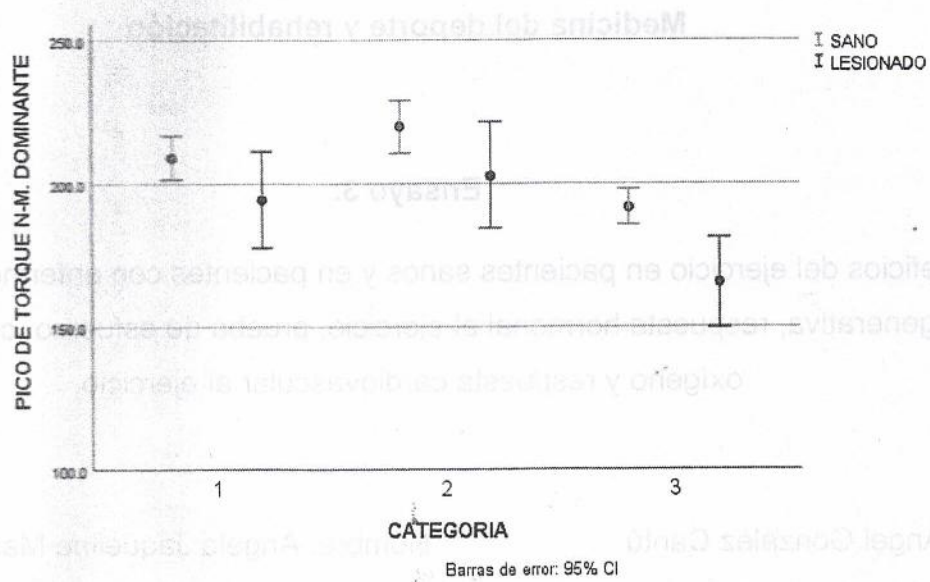
Los Jugadores lesionados de 1era, 2da, y 3ra división presentaron menor peso, talla y flexibilidad; menor pico de torque tanto en extensores como en flexores derechos e izquierdos; mayor índice bilateral; menor índice unilateral derecho e izquierdo. La única excepción fue observada en el índice unilateral izquierdo de los jugadores de 3ra división el cual fue igual tanto en lesionados como en no lesionados. Los jugadores lesionados de 1era y 3ra división presentaron edad mayor, pero no fue el caso en los jugadores lesionados de 2da división. Los jugadores no lesionados de 1era división presentaron índices isocinéticos bilaterales menores que los de 2da división y estos últimos menores que los de 3ra división. Los jugadores de 1era división tanto lesionados como no lesionados presentaron mayores índices unilaterales derechos que los de 2da división y estos últimos que los de 3ra división.

CAPÍTULO IX

9. DISCUSIÓN

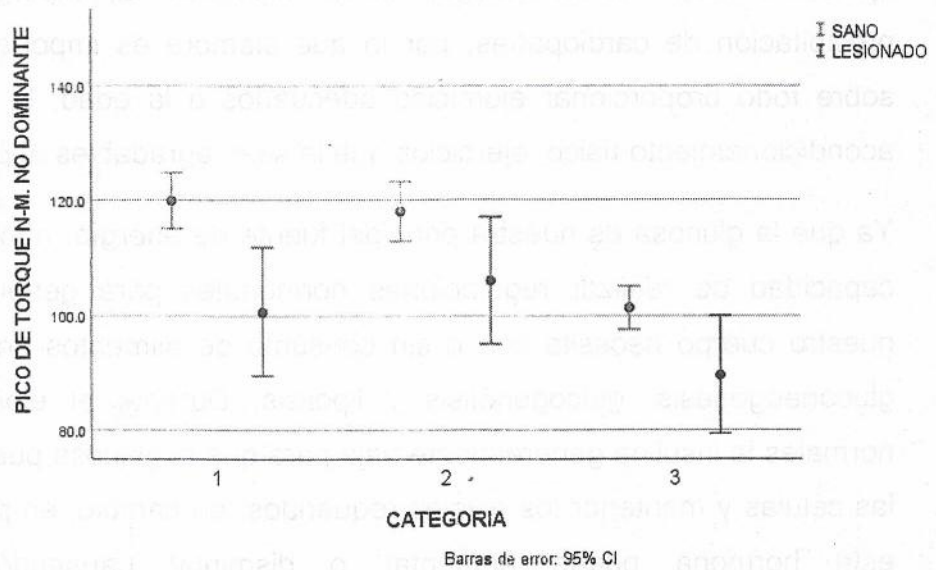
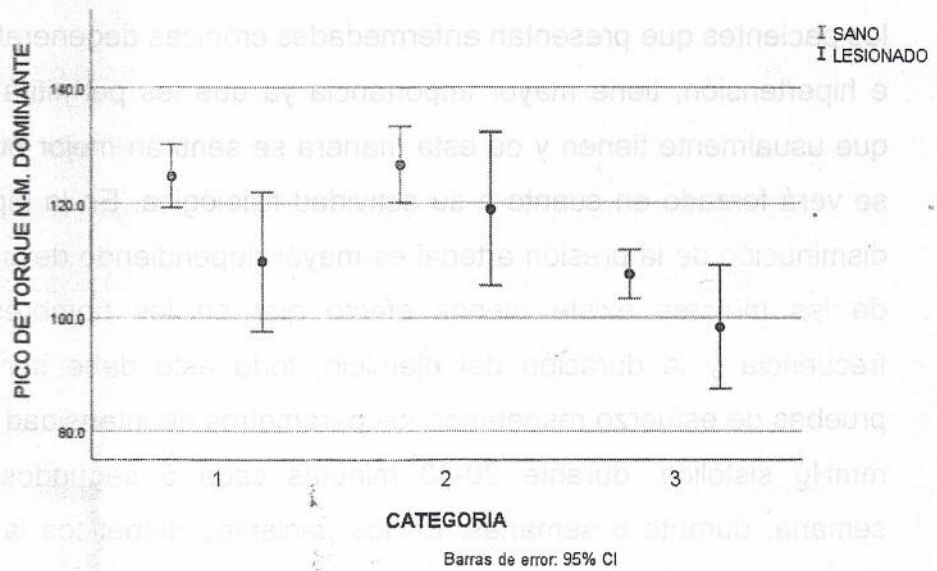
Como se sabe actualmente En la práctica cotidiana, los grupos musculares cuádriceps e isquiotibiales son los que más frecuentemente se lesionan durante un encuentro de fútbol asociación, a menudo causando una ausencia prolongada a los entrenamientos. Existen varios factores intrínsecos y extrínsecos que contribuyen a estas lesiones. Algunos de estos están relacionados a desequilibrios de la fuerza muscular. Una diferencia desfavorable de los grupos musculares agonistas y antagonistas se considera que deja en desventaja a los grupos musculares débiles visto ya en innumerables estudios en este campo.(23)

De los resultados obtenidos a partir de las pruebas isocinéticas se obtuvieron las medias de los valores máximos y mínimos de fuerza isocinética de flexo extensión de rodilla comparándose contra los jugadores con antecedente de lesión para la rápida identificación de aquellos jugadores con riesgo latente de lesión, en la gráfica comparativa podemos apreciar más claramente los niveles de un jugador con torques acorde o incluso más altos a su peso, que contrastan con los jugadores con lesión que tienen un déficit menor comparados con los primeros.



Grafica 7. Valores de pico de torque em extensores de perna dominante e não dominante por categoria de jogadores aparentemente sanos e lesionados.

N-M: Newtons-metro.



Grafica 8. Valores de pico de torque en flexores de pierna dominante y no dominante por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados.

N-M: Newtons-metro.

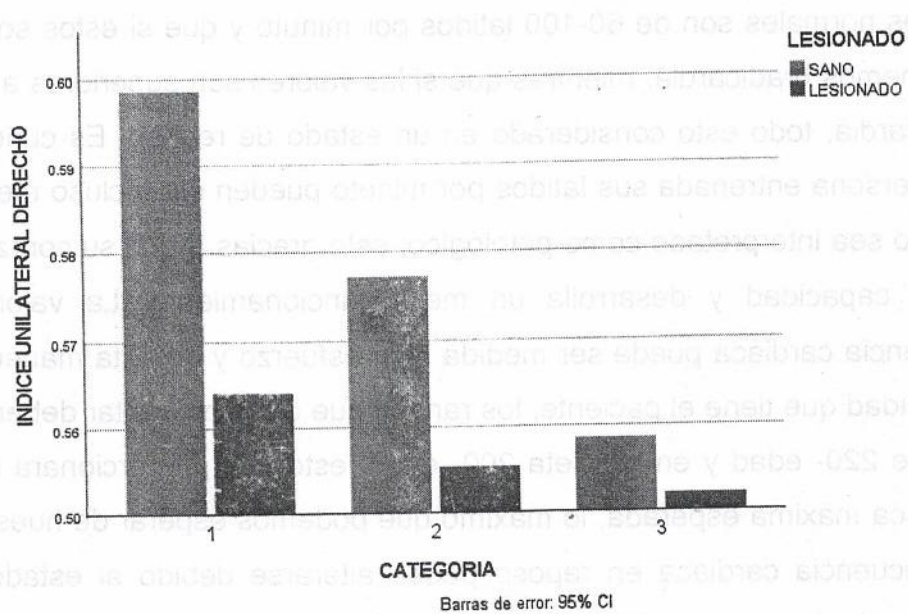
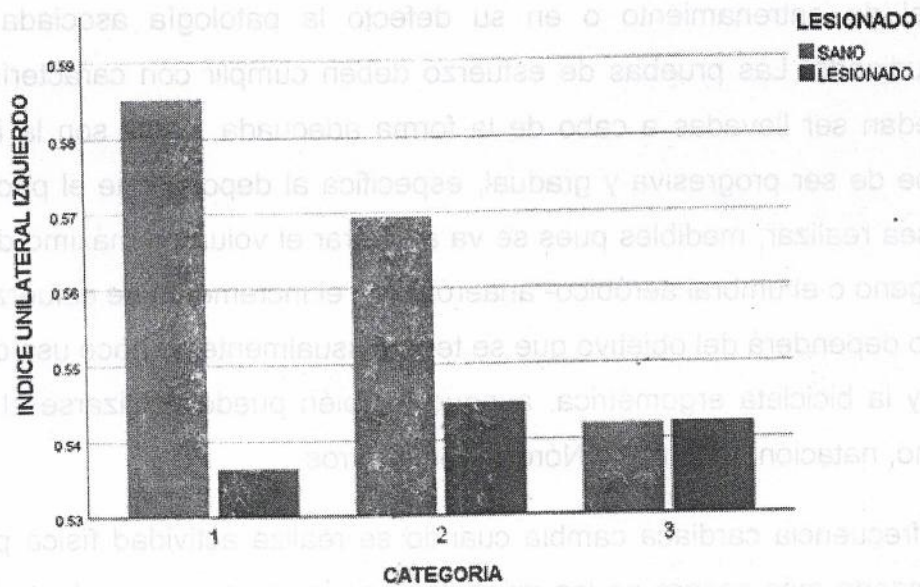
Se ha reportado que jugadores del equipo nacional sueco y de la primera división sueca tenían un valor de torque superior a velocidad lenta y rápida para los flexores y extensores de las rodillas que jugadores de la cuarta división.

de clubes, sucediendo este comportamiento en nuestro estudio.(24)

Es posible la identificación de jugadores con menores resultados de fuerza máxima al promedio de acuerdo con su categoría, es obligado descartar alguna lesión musculoesquelética o prevenir que ocurra. (25,26)

A partir de estos resultados el índice isocinético unilateral se observan valores significativamente menores comparando la categoría de primera contra segunda y tercera división.

El más frecuente reporte donde se encontró similar a nuestros resultados conforme a la proporción de fuerza de los músculos de la rodilla ha sido la proporción concéntrica isquiotibiales/cuádriceps alrededor de 0.66; aunque en la literatura se reportan los valores desde 0.43-0.90 para esta proporción flexor-extensor de acuerdo con lo reportado, como ya se mencionó parece haber poco consenso de un valor normal para esta proporción convencional H/Q, aunque 0.6 es la más aceptada.(27)



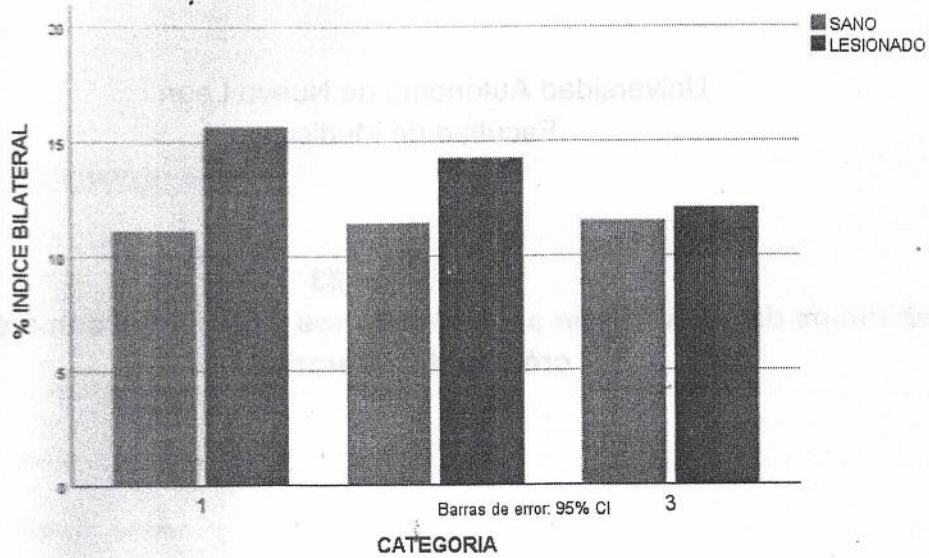
Graficas 9. Índices de fuerza unilateral derecho e izquierdo por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados.

N-M: Newtons-metro.

A partir de estos resultados el índice isocinético unilateral se observan valores significativamente menores comparando la categoría de primera contra segunda y tercera división. Esto podría explicarse por la mayor experiencia de mejores rangos de fuerza muscular dependientes de la edad, se ha demostrado diferencias proporcionales a los cambios en la edad y en la fuerza de los músculos flexo extensores de rodilla en jugadores de fútbol jóvenes y adultos, con picos de torque isocinéticos incrementados con la edad y nivel profesional.(28)

Nuestros resultados muestran una diferencia existente en el índice unilateral. los mejor resultados cercanos a 0.60 son decrecientes por categoría de futbol y aún más aquellos jugadores con historia de lesión por lo que es un buen marcador de discriminación de lesión en un jugador.

EL desequilibrio encontrado en el índice bilateral muestra un patrón concordante con la literatura donde el valor más alto de este desequilibrio en jugadores sin lesión no sobrepasa el 12% comparado de fuerzas musculares de la musculatura flexora de pierna dominante contra la no dominante, este mismo índice se ve aumentado casi 0.4% más alto en aquellos jugadores con lesiones aparentes. Comparado con otros estudios los resultados mostraron que el punto de normalidad o valor de referencia del 12,5% de desequilibrio bilateral expresado mediante el índice FR/FRCON60(29) concordante con los resultados obtenidos.



Gráfica 10. Índices de fuerza bilateral por categoría de jugadores aparentemente sanos y lesionados. N-M: Newtons-metro.

CAPÍTULO X

10. CONCLUSIÓN

Debido a las altas exigencias neuromusculares y articulares de la práctica del fútbol, existe una importante incidencia de lesión en este deporte supone un problema importante para el fútbol profesional, ya que las lesiones de los futbolistas tienen una gran repercusión sobre los intereses deportivos y económicos de los clubes, la medición de fuerza isocinética es un gran predictor del estado muscular por lo tanto es una herramienta validada para detectar desequilibrios musculares y prevención de lesiones en jugadores.

Un desequilibrio de fuerza bilateral mayor del 12% podría indicar que el jugador de fútbol soccer presenta un alto riesgo de sufrir una lesión de la musculatura isquiotibial y del ligamento cruzado anterior.

Los índices de fuerza unilateral deben ser individualizados por categoría ya que estos son dependientes de la edad, peso y talla, así como no generalizar este mismo para todo un grupo poblacional siendo un corte promedio 0.60 para este tipo de pacientes.

Es importante tener parámetros isocinéticos de seguridad e identificación de jugadores en riesgo de acuerdo con cada categoría. Esto ayudara para aportar

datos de referencia para futuras valoraciones que pueden servir para que con el mismo instrumento de medición puedan comparar o enriquecer esta información otros investigadores.

CAPÍTULO XI

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Fifa. FIFA: Big Count 2006 - Comparison 2006 – 2000. FIFA Commun Div Inf Serv. 2007;1–12.
2. HALIL TASKIN. EVALUATING SPRINTING ABILITY, DENSITY OF ACCELERATION, AND SPEED DRIBBLING ABILITY OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS WITH RESPECT TO THEIR POSITIONS. J Strength Cond Res. 2008;22(5):1481–6.
3. Sitio Oficial de la Federación Mexicana de Fútbol. 2018.
4. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. Am J Sports Med. 2003;31(1):41–6.
5. Renda JM. ReCAD – Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte, Vol. 5, N° 17, junio 2012. 2012;5:1–12.
6. Manuel J, Andreu P. Variables deportivas y personales en la ocurrencia de lesiones deportivas . Diferencias entre deportes individuales y colectivos Sport and personal variables in the occurrence of sports injuries . Differences between individual and team sports. 2015;2041(1983):21–5.
7. M. de Hoyo, J. Naranjo-Orellana, L. Carrascoa BS. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias

- para su prevención. *Revista Andaluza de Med del Deport.* 2011;4(4):158–66.
8. Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Sarobe L. Fiabilidad absoluta de los índices convencional y funcional y momento máximo de fuerza isocinética de la flexión y extensión de rodilla. *Apunt Med l'Esport.* 2012;47(174):55–64.
 9. Barbado-murillo D, Juan-recio C. *Revista internacional de ciencias del deporte.* 2013;
 10. Bell GJ, Wenger HA. Physiological Adaptations to Velocity-Controlled Resistance Training. *Sport Med An Int J Appl Med Sci Sport Exerc.* 1992;13(4):234–44.
 11. Tlatoa Ramirez HM. Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012. *Rev Med e Investig.* 2014;2(2):154–62.
 12. Croisier J-L. Factors Associated with Recurrent Hamstring Injuries. *Sport Med.* 2004;17(5):681–95.
 13. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med.* 1991;19(1):76–81.
 14. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sport Med.* 1998;32(4):309–14.
 15. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason Hamstring Muscle Weakness Associated with Hamstring Muscle Injury in. 1996;(May).

- e Investig. 2014;2(2):154–62.
24. Ekstrand J. Isokinetic Torque Levels for Knee Extensors and Knee Flexors in Soccer Players. 1986;7:50–3.
 25. 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. 2008;36(8):1469–75.
 26. 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. Am J Sports Med. 2016;44(7):1789–95.
 27. Houweling TAW, Head A, Hamzeh MA. Validity of isokinetic testing for previous hamstring injury detection in soccer players. 2009;17:213–20.
 28. Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. Consequences et prediction des lesions musculaires des ischiojambiers a partir des parametres isocinetiques concentriques et excentriques du joueur de football professionnel. Ann Readapt Med Phys. 2003;46(9):601–6.
 29. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. AM J Sport MED. 1997;25(1):81–5.