Universidad Abierta Interamericana

**Facultad:** Medicina y Ciencias de la Salud

**Carrera:** Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

**Tema*:*** LA FLEXIBILIDAD DE LOS ISQUIOTIBIALES Y EL EQUILIBRIO DE LA FUERZA MUSCULAR DE RODILLA DE LOS FUTBOLISTAS PROFESIONALES DEL CLUB BERAZATEGUI

**Alumno:** BRUNO DAVID

**Tutor:** LEONI CARLOS

**Lugar y fecha:** Buenos Aires, Argentina.

Febrero 2020

## AGRADECIMIENTOS

Sin duda ha llegado uno de los momentos más emotivos de la carrera, donde tengo la oportunidad de agradecer a todas las personas que me han ayudado directa o indirectamente en estos años de formación universitaria.

Especialmente mi familia estaré agradecido eternamente por el apoyo incondicional en todo momento.

Al profesor Carlos Leoni, por su colaboración y predisposición inmediata a la tutoría de mi tesis. Lo que valoro mucho.

Y a todos los profesores, compañeros y directivos con quienes compartí estos años.

# ÍNDICE

RESUMEN……v

INTRODUCCION……1-2

PROBLEMA DE INVESTIGACION……3

OBJETIVO GENERAL……3

OBJETIVOS ESPECÍFICOS……3

JUSTIFICACIÓN……4

MARCO TEORICO……5-19

ESTADO DEL ARTE……20-21

METODOLOGIA……22-25

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS……26-29

CONCLUSION……..…….……30

BIBLIOGRAFIA……..……..……31-32

## RESUMEN

Se evaluó el balance de fuerza muscular flexo-extensora de la rodilla a través del Método de Epley y la flexibilidad de los isquiotibiales fue a través del test de AKE en un total de 25 jugadores profesionales del club Berazategui. Las medidas registradas de balance flexo-extensor de fuerza estuvieron en promedio dentro de los valores normales 63,6 para la pierna hábil y 63,5 para la pierna inhabil. Solo cuatro obtuvieron como resultado debilidad del grupo flexor y ninguno debilidad del grupo extensor de la rodilla. Por otro lado, las medidas registradas de grados de flexibilidad dieron como resultado que el promedio para la pierna hábil fue de 14° osea dentro de los valores normales y para la pierna inhabil fue de 16° un grado por encima del rango de valor normal. Dándonos una diferencia de dos grados comparando pierna inhábil y hábil, este valor promedio de diferenció por dos de los evaluados en particular, ambos juegan en la posición de delanteros. En total 9 jugadores presentaron cortedad moderada. No se pudo observar en este estudio un número importante de jugadores que tengas resultados desfavorables en ambos test, ya que solamente dos de ellos resultaron fuera de valores normales en las dos medidas.



Palabras clave: balance, fuerza, debilidad, flexibilidad, cortedad.

# INTRODUCCIÓN

La actividad física de forma regulada es muy importante para prevenir y tratar una variedad de patologías derivadas de un estilo de vida sedentario, como puede ser la hipertensión, la osteoporosis, la diabetes, etc. Sin embargo, es cierto que la práctica deportiva incrementa considerablemente el riesgo de sufrir lesiones tanto en aficionados como en atletas de élite. (Sánchez, 2009)

Los diferentes profesionales que participan en el entrenamiento deportivo manifiestan gran interés por conocer medios y métodos o protocolos de trabajo que mejoren la eficacia de los tratamientos ante diferentes patologías, siendo el entrenamiento o reentrenamiento uno de los campos más importantes.

El futbol es un deporte que posee características fisiológicas de prestación intermitente y de alta intensidad en gran parte del juego, que requieren fuerza, coordinación, equilibrio, resistencia y flexibilidad para la realización de un logrado gesto deportivo.

Al mismo tiempo, exige reaccionar adecuadamente en función de situaciones de juego que involucran diversas actividades funcionales como aceleraciones, desaceleraciones, saltos, giros, cambios de dirección, entre otras. Por tal motivo, en los últimos años ha existido una creciente preocupación por desarrollar modelos preventivos eficientes y de fácil aplicación con el objetivo de reducir la incidencia de las lesiones en los futbolistas, intentando incrementar su tasa de participación en el juego y de disminuir los efectos negativos de las lesiones, tanto en términos deportivos como en su impacto económico y social.

El equilibrio de los grupos musculares que intervienen en las acciones de juego, es uno de los puntos de estudio de mayor relevancia, debido a que conlleva un incremento en el riesgo de lesión. Un entrenamiento adecuando y una evaluación periódica de esta musculatura puede ayudar a prevenir lesiones musculares, como también de ligamentos y tendones.

Durante años la flexibilidad ha sido una capacidad a la cual se le ha otorgado gran popularidad y controversia en el ámbito deportivo, así como también dentro del ambiente terapéutico. En el deporte de alto rendimiento, especialmente en el fútbol competitivo, los futbolistas se enfrentan a diferentes problemáticas que comprometen su vida deportiva. Es muy común encontrar futbolistas con lesiones en sus extremidades inferiores, producto de la combinación de factores propios del individuo o consecuencia de un inadecuado entrenamiento, como, por ejemplo, no darle la importancia necesaria a la flexibilidad o el errado manejo de la misma.

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo está el equilibrio de la fuerza muscular de la rodilla y la flexibilidad de los isquiotibiales en futbolistas profesionales del Club Berazategui?

## OBJETIVO GENERAL

- Determinar la relación existente entre las capacidades físicas de fuerza y flexibilidad de cada uno de los deportistas

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el equilibrio de la fuerza muscular de rodilla de ambas piernas
- Evaluar la flexibilidad de Isquiotibiales de ambas piernas

## JUSTIFICACIÓN

Las capacidades de fuerza y flexibilidad, son dos factores intrínsecos de vital importancia a la hora de prevenir las recurrentes lesiones musculares que se dan en el fútbol y evitar así que el deportista de alto rendimiento quede fuera de competencia por varios días y evitar también complicaciones posteriores en lo psicológico y en lo deportivo.

## MARCO TEORICO

El fútbol es el deporte más popular de nuestro país y del mundo, en constante aumento tanto a nivel amateur como profesional, con un incremento notable de las mujeres que lo practican. En la actualidad la FIFA reúne 209 asociaciones de todo el mundo, con más de 200 millones de jugadores federados. El fútbol profesional exige a quienes lo practican el máximo de sus capacidades biomotoras, por lo tanto, la flexibilidad y el balance de fuerza muscular flexo-extensor de la rodilla son factores intrínsecos de suma importancia.

El fútbol es un deporte que implica la realización de gestos motores específicos. Estos gestos suelen ser muy exigentes y la mala ejecución genera compensaciones que desequilibran la estructura corporal.

Los músculos posturales de los futbolistas tienen tendencia al sobreuso y al acortamiento. El sobreesfuerzo debido a trabajos físicos intensos y repetitivos actúan como una agresión y acaba acortando a los músculos más solicitados. A mayor esfuerzo, mayor acortamiento y rigidez. Pero cuando un músculo es sometido a un esfuerzo prolongado, el sarcómero ya no vuelve a la posición inicial en fase de relajación. El músculo pierde elasticidad, pierde fuerza contráctil, por lo que deberá esforzarse más. A mayor esfuerzo, mayor acortamiento, cerrándose así un círculo vicioso, que es el causante de todo tipo de lesiones musculares. Debido a esto, estará limitada su capacidad de generar fuerza y también inhibirá a su antagonista por inhibición recíproca. Esta combinación de influencias biomecánicas y neurofisiológicas es un fuerte estimulo para la creación de desequilibrios musculares en los futbolistas.

## Prevención de lesiones

La prevención de las lesiones deportivas, pasa por identificar las lesiones más habituales en la práctica deportiva específica, valorar los factores de riesgo y mecanismos de lesión, introducir medidas para reducir el riesgo y por último valorar la eficacia de la medida (Van Mechelen, 1992; Van Tiggelen, 2008)

En el ámbito deportivo, la prevención de las lesiones, es un tema de gran relevancia en torno a la salud y el rendimiento del deportista. Las lesiones deportivas, generan una gran preocupación en los propios deportistas, familiares, entrenadores, directivos, patrocinadores, compañeros y toda la sociedad que los rodea.

A la hora de planificar un programa de prevención de lesiones, se debe establecer una serie de principios básicos para el diseño y la programación del entrenamiento sea lo más ordenado y adecuado posible.

Van Machelen (1992) desarrollo un modelo, en el cual establece una serie de pasos a tener en cuenta para el diseño de tareas de cara a prevenir lesiones en el deporte. Este a sido utilizado hasta la actualidad por gran parte de los investigadores como “columna vertebral” de sus trabajos de prevención. Siguiendo el mismo, en primer lugar, se deben identificar y describir las lesiones más habituales y lo que estás suponen en la práctica deportiva. Como segundo paso, se debería profundizar en los factores y los mecanismos que pueden provocar el mecanismo de la lesión. En tercer lugar, se introducirán las tareas y el conjunto de medidas para reducir el riesgo de sufrir la lesión, basándose estás medidas en los factores etiológicos, es decir aquellos que provocan la causa de la lesión, y el mecanismo que la provoca. En el último paso se evaluaría el efecto producido por las medidas aplicadas, las cuales retroalimentaran nuestro conocimiento. Una vez terminado el

proceso se vuelve a pasar al primer paso y vuelve a repetir con los posibles aportes recibidos (Fig. 1)

**Cuadro de secuencia de prevención de lesiones**

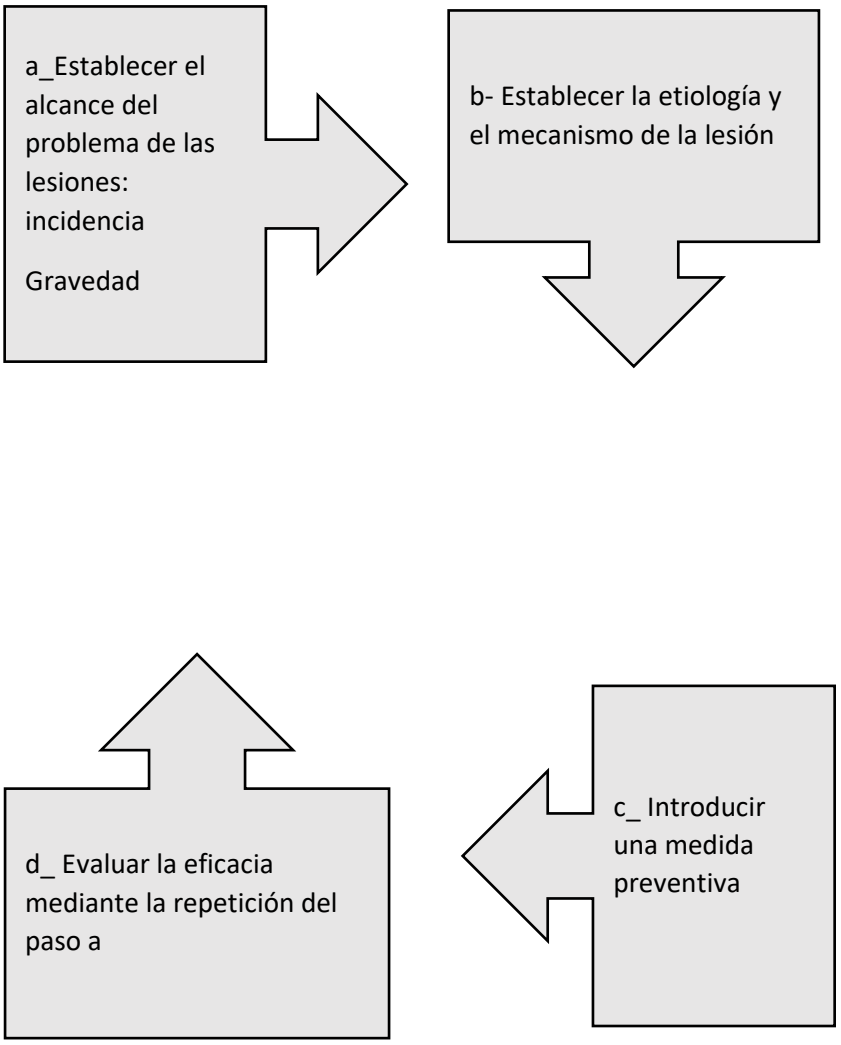



**Figura 1 "**Secuencia de prevención" de las lesiones deportivas (Van Machelen, 1992).

## Lesión deportiva

La lesión deportiva según Van Machelen (1992), es un término colectivo relacionado con todo tipo de daño que se puede producir durante la práctica de actividades deportivas. Chalets (2002) define este concepto como daño involuntario o intencional en el cuerpo, resultado de la participación en cualquier actividad o juego que requiera esfuerzo físico emprendido para el entrenamiento o la diversión.

Dentro del ámbito deportivo, la lesión está relacionada a todo tipo de daños a nivel músculo-esqueletico que se puede producir durante la competición o el entrenamiento deportivo, que requiera la atención médica por parte del cuerpo técnico (médicos, entrenadores, fisioterapeutas, etc.) y tiene como resultado una restricción de dicha actividad durante al menos el día siguiente a la lesión. (Jungue, 2006; Fuller, 2007)

## Lesiones propias del fútbol

Una de las lesiones más comunes en el ámbito deportivo es la lesión de tejidos blandos, es decir, músculos, tendones, fascias, ligamentos, cápsulas articulares, vasos sanguíneos y nervios, de las cuales la que tiene mayor incidencia es la lesión muscular. La mayoría de las que padecen los deportistas suelen producirse en los Isquiotibiales y Aductores.

Las distensiones musculares se producen cuando el músculo se estira en exceso, pero también pueden darse por un mal funcionamiento entre los músculos agonistas y antagonistas, tal como sucede en muchas de las lesiones de Isquiotibiales, cuando se contraen al mismo tiempo que el Cuádriceps y termina lesionando el más débil, en este caso los Iquiotibiales.

Este mecanismo suele darse mucho en deportes que requieren múltiples cambios de velocidad y dirección, como lo es en el fútbol.

Estos músculos agonistas son vitales para los cambios de dirección y velocidad y no es fácil proceder a su estiramiento y calentamiento. Por eso, los deportistas deben prestar atención a estos músculos a la hora de jugar o entrenar.

Los estiramientos deben formar parte integral para la recuperación de dicha lesión, para reducir la presencia de tejido cicatrizal en la zona lesionada.

Signos y síntomas

- Dolor agudo en el músculo afectado
- Inflamación en la zona contigua
- Impotencia funcional
- Al cabo de unos días puede haber un descoloramiento en la zona
- En los casos graves, se aprecia un defecto en el músculo a simple vista

**Métodos de diagnostico**

La ecografía le brindará al médico experto una ayuda valiosa para el diagnostico de dicha patología.

La resonancia nuclear magnética puede ser útil, pero se utiliza poco por qué si valor económico es mucho mayor.

Siempre que sea en adolescentes debe pedirse la radiografía cuando la sintomatología está en las inserciones, pues hay que descartar los arrancamientos óseos.

## Mecanismo de lesión

Se ha publicado un trabajo basado en el estudio de la lesión de los Isquiotibiales y estableció que el mecanismo lesional es un 91% por acciones de no contacto, y dentro de este porcentaje el 57% se producían en situación de carrera a altas velocidades.

Este hecho está relacionado con la parte final de la fase de balanceo en la carrera en donde los Isquiotibiales deben frenar la gran velocidad angular de la tibia para posicionarla para el próximo paso, en situación de extensión de cadera, lo que los coloca en una acción excéntrica importante, que se transformará en concéntrica una vez cerrada la cadena de movimiento en la carrera. Dentro de este grupo muscular, el Bíceps Femoral es el más afectado.

Otro dato importante es el efecto que la velocidad de carrera genera sobre la mecánica del Isquiotibial. En este sentido, se valoraron en condiciones de laboratorio el pico de estiramiento de la unión miotendinosa del Isquiotibial a diferentes rangos de velocidad (80%, 85%, 90%, 95%, 100%) observando que esta se mantiene invariante a través del rango de velocidades estudiados. Pero el trabajo negativo de la unidad musculo – tendón realizado por el Isquiotibial se incrementa considerablemente con la velocidad, a medida que la energía inercial que debe afrontar el Isquiotibial se incrementa.

## Factores que contribuyen a las lesiones

Una lesión se produce cuando un deportista se ve obligado a dejar un partido o la práctica de un deporte por un tiempo determinado, dependiendo

de la gravedad de la lesión. Una vez identificada la lesión, debe ser clasificada por el equipo médico deportivo según el tipo de tejido afectado, la localización de la lesión y la duración de la misma, es decir si es aguda o crónica.

Factores de riesgo:

intrínsecos:

- Falta de flexibilidad
- Desequilibrios de fuerzas musculares
- Lesiones previas
- Preparación física inadecuada
- Defectos de alineación anatómica
- Factores psicológicos

Extrínsecos:

- Progresión demasiado rápida en el entrenamiento o poco descanso
- Equipamiento/calzado inapropiado
- Mala técnica deportiva
- Superficies duras e irregulares

El suceso que produce la lesión se genera por un desequilibrio entre el esfuerzo y la capacidad para llevar a cabo el mismo. Tal desequilibrio aparece cuando un aparato locomotor está sometido a esfuerzos extremos repetidos o cuando tiene una capacidad de esfuerzo reducida debido a lesiones previas o trastornos en el desarrollo de dicha capacidad.

**Factores que determinan la fuerza**

La fuerza muscular es proporcional al diámetro transversal de las fibras musculares. Cuanto mayor sea el diámetro transversal, o mayor sea el músculo, mas fuerte será y más fuerza será capaz de generar. El tamaño de un músculo tiende a aumentar en el diámetro transversal con el entrenamiento de pesas. Este aumento de tamaño es conocido como hipertrofia.

La fuerza es una función del número y el diámetro de las fibras musculares que componen un músculo. El número de fibras es una característica hereditaria.

La fuerza está también relacionada con la eficiencia del sistema neuromuscular y la función de la unidad motora a la hora de producir fuerza muscular. Cuando una neurona motora estimula una fibra muscular, se requiere de una mínima intensidad, denominada umbral, para obtener una respuesta. Si la estimulación es inferior al umbral, no se produce la acción muscular. Pero con cualquier estimulación igual o superior al umbral, se produce una acción máxima en la fibra muscular. Esto se conoce como la Ley del todo o nada. Entonces se producirá más fuerza activando más unidades motoras, y por lo tanto, más fibras musculares.

La capacidad para generar fuerza muscular está relacionada también con la edad. Tanto hombres como mujeres tienen la capacidad para aumentar su fuerza durante la adolescencia, alcanzando su máximo nivel entre los 20 y 25 años, momento en el cual esta capacidad se estabiliza. A partir de los 25 años, una persona pierde el 1% de su fuerza máxima restante cada año.

La capacidad de desarrollar fuerza depende también de la velocidad de la acción muscular. Durante las acciones concéntricas, el desarrollo de la fuerza máxima decrece progresivamente a velocidades más altas. Estas acciones

se realizan lentamente, maximizando la fuerza que se puede aplicar. No obstante, con acciones excéntricas pasa lo contrario, permiten la aplicación máxima de la fuerza a altas velocidades.

**Disbalance muscular**

Existe un desequilibrio muscular cuando la musculatura tónica y fásica no están compensadas. Los músculos tónicos tienen tendencia hacia el sobreuso y hacia el acortamiento, mientras que los músculos fásicos tienden hacia el desuso y la debilidad.

Musculatura Tónica: tienen función estática, son estabilizadores, de contracción lenta y elevada resistencia aeróbica, actúan de manera automática, tienen tendencia a acortarse.

Musculatura Fásica: tienen función dinámica, dan movimiento, de contracción rápida y rinden anaeróbicamente, actúan voluntariamente, tienen tendencia a la atrofia.

El conocimiento de la composición y el uso de las fibras musculares sugiere que los deportistas que tienen un alto porcentaje de fibras tónicas pueden tener una cierta ventaja en las pruebas prolongadas de resistencia, mientras que quienes tienen un predominio de fibras fasicas, pueden estar mejor dotados para las actividades breves y explosivas.

En el caso del Cuádriceps y los isquiotibiales, al momento que se contrae un grupo muscular como agonista, el antagonista también genera cierta contracción para coordinar el movimiento. Cuando el balance muscular no es el correcto (Einsingbach y Klumper sugirieron que la fuerza máxima extensora de Cuádriceps 100% le corresponde una relación de 60% - 70% de fuerza

máxima de isquiotibiales, como equilibrio muscular de la articulación de la rodilla) se convierte en un factor de riesgo intrínseco importante. En los esfuerzos máximos como en el fútbol son la velocidad o el remate, pueden generar lesiones musculares del grupo muscular más debilitado.

Es necesario un equilibrio de fuerza muscular, entre ambos grupos musculares, para que se produzca un movimiento normal y coordinado, esto va a reducir las posibilidades de lesión causadas por un desequilibrio muscular.

Un músculo postural que se acorta por sobreuso, no solo limita el alcance de los movimientos de su antagonista, sino que también inhibirá su acción, produciendo un desequilibrio. Este desequilibrio es una situación en la cual unos músculos se inhiben y se debilitan, mientras otros quedan acortados, perdiendo su extensibilidad. Los músculos moderadamente acortados suelen ser más fuertes de lo normal, aunque en el caso de tensión pronunciada, se produce una disminución de la fuerza muscular. Esto se denomina debilidad de tensión.

Las consecuencias del disbalance muscular son: limitaciones motoras, alteración de mecanismos articulares (distribución desigual de las presiones), mayor gasto energético, poca extensibilidad y elasticidad, hipermovilidad compensatoria, cambio en la entrada propioceptiva, mayor riesgo de lesión y menor rendimiento de la fuerza explosiva.

**Flexibilidad**

Para Busquet, la flexibilidad es la capacidad para desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin restricciones ni dolor, influenciada por músculos, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado.

Según Prentice, la flexibilidad es la capacidad para desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completa, sin restricciones ni dolor. Dentro de la flexibilidad intervienen dos propiedades dependientes de distintas estructuras.

- Movilidad articular: capacidad de las articulaciones de realizar un movimiento de amplitud hasta llegar a sus topes óseos.
- Elasticidad muscular: capacidad del músculo de alargarse y volver a su estado primitivo, cuando cesan las fuerzas que lo deformaban.

La forma en que el músculo se opone al estiramiento está dada por el grado de tensión acumulada de forma pasiva o tono muscular que depende del grado de activación del sistema nervioso y por la resistencia que ofrece el tejido conjuntivo.

Las actividades deportivas, sobre todo en alta competencia, requieren unos niveles de flexibilidad relativamente normales. Cualquier trastorno de la misma puede traer una descoordinación en los patrones de movimientos, aumentando el riesgo de sufrir una lesión.

Un atleta que tenga una amplitud de movimiento restringida probablemente tendrá una disminución de sus capacidades de rendimiento. Por ejemplo, un velocista con unos Isquiotibiales tensos e inelásticos perderá velocidad porque estos músculos restringen su capacidad para flexionar la articulación de la cadera, y de este modo acortan la longitud de la zancada. Los músculos y sus tendones junto con las fascias que lo rodean, suelen ser los causantes de la limitación de la amplitud del movimiento. Cuando el atleta realiza ejercicios de estiramiento para mejorar la flexibilidad de una articulación en particular, está sacando partido de las propiedades altamente elásticas del músculo.

El tejido conectivo que rodea a la articulación, como los ligamentos y la cápsula, pueden estar sujetos a contracturas. Estos tienen cierta elasticidad, no obstante, si una articulación queda inmovilizada por cierto período de tiempo, tienden a perder elasticidad y de hecho se acortan. Estos factores

que limitan la flexibilidad pueden modificarse para aumentar la amplitud de movimiento de la articulación, mediante movimientos activos o pasivo. La amplitud de movimiento activa, también llamada flexibilidad dinámica, es el grado en que se puede mover un músculo por medio de una contracción muscular, de forma eficiente, con muy poca resistencia al movimiento. La amplitud de movimiento pasiva, flexibilidad estática, es el grado en que se puede mover de forma pasiva una articulación hasta el punto límite de su amplitud de movimiento, sin que haya contracción muscular.

En las actividades deportivas es esencial que una extremidad pueda desplazarse a través de una amplitud de movimiento no restringida. Hay muchas situaciones deportivas en las que un músculo se ve forzado a estirarse más allá de sus límites habituales. Si el músculo no tiene la suficiente elasticidad para compensar esta extensión adicional, es probable que la unidad musculotendinosa (UMT) sufra una lesión, dependiendo de la capacidad de absorción de energía que tenga ésta misma, que depende, a su vez, del estado de un componente activo contráctil, el músculo, y un componente pasivo, el tendón. Un tendón con alta adaptabilidad tiene mayor capacidad de absorción de energía, por lo tanto, el riesgo de sufrir una lesión es bajo. Por este motivo, los estiramientos se incluyen en programas de prevención de lesiones.

En una UMT con buena adaptabilidad, cuando los elementos contráctiles se activan, la energía producida es absorbida por el tendón, reduciendo así la posibilidad de lesión. En casos de UMT con mala adaptabilidad, tendones poco elásticos, la energía se transfiere al tendón con poca capacidad para que éste la absorba. Este hecho, apoya la idea de que una disminución de la flexibilidad de la UMT se asocia a lesión muscular en los casos de una actividad con Ciclos de Estiramiento – Acortamiento (CEA) de alta intensidad.

Además, los tendones rígidos, poco elásticos, desarrollan una fuerza muscular pasiva mayor a la esperada, al realizar ejercicios CEA intensos, aumentando entonces el riesgo de sufrir lesión, ya que la energía a absorber es mayor y la adaptabilidad menor. Los estiramientos reducen la viscosidad de las estructuras tendinosas, mejorando la eficiencia de la energía elástica

producida durante los ejercicios CEA intensos y a su vez, al disminuir la rigidez tendinosa, disminuye la carga impuesta a la UMT en los ejercicios de CEA y de esta manera se consigue prevenir la lesión. Deportes explosivos como el fútbol, poseen unos CEA intensos, por lo tanto, se necesita una adaptabilidad suficiente para reponer y liberar una alta cantidad de energía elástica. En consecuencia, en este deporte son necesarios los estiramientos como prevención de lesiones.

El punto de conexión entre la flexibilidad de la cadena muscular posterior y las lesiones musculares de miembros inferiores está en que, si estos músculos posteriores están sobre exigidos, irán, indefectiblemente, al acortamiento, que se traduce como debilidad, ya que los sarcómeros no recuperarán los puntos óptimos de estiramientos para realizar las contracciones. Este acortamiento y debilidad en la cadena posterior, puede dar síntomas a distancia. Además, se modifica la postura, que es la base de toda motricidad dinámica, ya que todo movimiento será más o menos eficiente de acuerdo a una mejor o peor condición de esta postura de base. Y si se altera este mecanismo biomecánico se es más vulnerable a sufrir lesiones.

**Bases neurofisiológicas del estiramiento**

Cada músculo del cuerpo contiene varios tipos de mecanorreceptores, que al ser estimulados brindan información al Sistema Nervioso Central de lo que ocurre en el músculo. Dos de estos mecanorreceptores son de gran importancia en el reflejo de estiramiento: el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi. Ambos son sensibles a los cambios de longitud muscular. Los órganos tendinosos de Golgi también se ven afectados por los cambios de la tensión muscular. Cuando un músculo se estira, los husos del músculo también se extienden, emitiendo una descarga de impulsos sensoriales a la

médula espinal, que informa al SNC de que el músculo está siendo estirado. Los impulsos vuelven al músculo desde la médula espinal, lo que hace que éste se contraiga de forma refleja, resistiendo de este modo la extensión. Si este estiramiento se mantiene al menos por 6 segundos, los órganos tendinosos de Golgi responden al cambio de longitud y al aumento de tensión emitiendo impulsos sensoriales propios a la médula espinal. Los impulsos de los órganos tendinosos de Golgi causan una relajación refleja del músculo antagonista, que sirve como mecanismo de protección que permitirá al músculo extenderse.

El estiramiento estático implica una extensión continua y mantenida que dura entre 6 y 60 segundos, tiempo suficiente para que los órganos de Golgi respondan al aumento de tensión. Los impulsos de los órganos de Golgi pueden anular los que vienen de los husos neuromusculares, permitiendo que el músculo se relaje de forma refleja tras la resistencia refleja inicial al cambio de longitud. Por lo tanto, extendiendo el músculo y dejando que permanezca en posición estirada durante un tiempo prolongado, es poco probable que el músculo sufra una lesión.

**Relación entre fuerza y flexibilidad**

Los músculos y sus tejidos conectivos tienen la propiedad de la elasticidad. Cuando se estiran, esta elasticidad da como resultado energía acumulada. Durante la actividad muscular posterior, esta energía acumulada se libera, aumentando la intensidad de la fuerza.

En algunas ocasiones, una persona desarrolla una masa tan importante que el tamaño físico del músculo impide una amplitud de movimiento normal. El entrenamiento de fuerza adecuado probablemente mejore la flexibilidad dinámica, y si se combina con un programa de estiramiento riguroso, puede

aumentar en gran medida los movimientos enérgicos y coordinados necesarios para lograr un buen rendimiento en numerosas actividades deportivas.

Tanto en el entrenamiento deportivo como en el ámbito de la rehabilitación, es decisivo el reconocimiento de saber que la fuerza junto con la flexibilidad, ofrecen la mejor protección para las articulaciones y la musculatura ante las lesiones y las manifestaciones del desgaste. Las personas que entrenan la flexibilidad dejando de lado la fuerza ponen en peligro los músculos, tendones, ligamentos, cápsula articular y otros órganos del movimiento, al igual del que trabaja la fuerza dejando de lado la flexibilidad del tejido. Solo el entrenamiento de las dos capacidades biomotoras juntas optimizan el entrenamiento deportivo con resultados positivos.

# ESTADO DEL ARTE

En deportistas profesionales, los miembros inferiores, es donde ocurre la mayor cantidad desgarros, siendo los isquiotibiales los músculos más afectados. Binagi, Carrozas, Burgos y Rasumoff (2010)

En un estudio realizado en Europa, con equipos de la UEFA durante los años 2001 a 2009, se demostró que las lesiones musculares contribuyeron a un 31% de todas las lesiones y dentro de estas el grupo muscular más afectado fueron los isquiotibiales. Además, la incidencia de la lesión muscular aumento con la edad. Ekstrand, Hagglund y Waldem (2001)

Dentro de los factores de riesgo en las lesiones musculares, podemos destacar las variables de flexibilidad, fuerza, velocidad y edad. Como así también la presencia de una lesión previa y la posición que ocupa en el campo de juego. Bajar y Holmes (2003)

Se realizó un estudio sobre factores de riesgo en futbolistas profesionales a lo largo de una temporada, donde se pudo observar que en el caso de los isquiotibiales los factores de riesgo más significativos fueron la edad y los antecedentes de lesiones musculares. Una lesión previa aumenta el riesgo de una nueva lesión. Para reducir la incidencia deben abordarse los factores de riesgo modificables. El aumento de la fuerza excéntrica corrige desequilibrios de fuerza y mejora la flexibilidad. Arnasson et al. (2004) Heiderscheit, Sherry, Silder, Chumanov y Thelem (2010)

En la PremierShip los isquiotibiales ocuparon el porcentaje más alto de las lesiones musculares. El 97% fueron lesiones grado 1 y 2. Los delanteros fueron los jugadores más afectados. El uso del protocolo de estiramiento sostenido estándar fue el más efectivo. Lo que sugiere que cuanto mayor es el estiramiento sostenido menor es el riesgo de lesión muscular. Los protocolos de flexibilidad de los clubes profesionales son variables y

dependen de la experiencia y la formación del personal. Dadebo, White y George (2004)

Se ha demostrado la importancia de realizar una adecuada evaluación para detectar desequilibrios de fuerza en las instancias de pretemporada donde la exigencia física es más alta y los riesgos de lesión aumentan. Croiser, Ganteaume, Bonet, Henry y Ferrer (2008)

El equilibrio de la fuerza muscular de los miembros inferiores es la relación entre la fuerza de los músculos extensores y de los flexores, la cual es 3:2. La alteración de esta relación puede constituir un factor de riesgo que altera la estabilización dinámica de la rodilla, generando compensaciones que dan lugar a cambios biomecánicos que aumentan la sobrecarga de determinados grupos musculares aumentando la posibilidad de generar lesiones musculares. Garrido, Pineda, Piñeros, y Rodríguez (2003)

Un adecuado balance muscular de fuerza bilateral entre la pierna dominante y la no dominante, del Cuádriceps y los isquiotibiales y una adecuada flexibilidad de las articulaciones de la cadera, son parámetros a tener en cuenta en la prevención de lesiones musculares. Daneshjo, Rahnama, Makhtar y Yusof (2013)

Se realizó un entrenamiento adicional de fuerza excéntrica de isquiotibiales durante la temporada, logrando de esta manera, una disminución de las lesiones musculares y un aumento significativo de la fuerza y la velocidad, mejorando así el rendimiento de los futbolistas. Askling, Korlsson y Thorstensson (2003)

# METODOLOGÍA

**Lugar y fecha del estudio:** club Berazategui, noviembre del 2019

**Tipo de estudio:** Descriptivo

## Variables

1. Flexibilidad de Isquiotibiales pierna hábil
2. Flexibilidad de isquiotibiales pierna no hábil

Valores: determinado en grados (º)

Normal = entre 0º y 15º
Cortedad moderada = entre 16º y 34º
Cortedad marcada = 35º

## Procedimiento

Test de flexibilidad AKE (active knee extensión) o “extensión activa de rodilla”: evalúa la flexibilidad de los isquiotibiales

Las evaluaciones se realizaron cuatro días posteriores a un partido de competencia oficial en todos los casos.

Se situó al deportista en una camilla en decúbito supino con el miembro inferior contra lateral a evaluar en extensión, en contacto con la camilla, mientras tanto, el miembro inferior a evaluar se coloca en flexión de cadera de 90º, y desde esa posición, se le pide la extensión activa de rodilla.

Instrumento: Se utilizo un goniómetro, tomando como referencias anatómicas para sus ramas el maléolo femoral y el trocánter mayor del fémur, y el centro de giro que coincida con el centro de la articulación.

3. Fuerza muscular del grupo extensor de rodilla pierna hábil
4. Fuerza muscular del grupo extensor de rodilla pierna no hábil
5. Fuerza muscular del grupo flexor de rodilla pierna hábil
6. Fuerza muscular del grupo flexor de rodilla pierna no hábil

Valores: determinado en kg

Balance de fuerza muscular normal: a fuerza máxima de Cuádriceps 100%. Los isquiotibiales representan fuerza máxima entre 60 y 70% respecto al grupo extensor.

Disbalance muscular, si la relación de fuerza del grupo flexor con respecto al extensor está fuera del porcentaje normal.

**Protocolo de evaluación**

La evaluación de fuerza se realizó en diferente día al de flexibilidad

Se realizaron movimientos pre competitivos guiados por el preparador físico del club antes de realizar la evaluación para preparar la musculatura para el esfuerzo y de este modo evitar molestias o lesiones.

**Procedimiento**

Método de Epley: evalúa la fuerza máxima representada en kg. A través de una fórmula.

1RM= (kg levantados *0,0333* nº repeticiones) +kg

Esta fórmula adquiere mayor fiabilidad cuando las repeticiones que se realicen son 10 o más, con lo cual se adaptó la carga estimativa a cada persona para conseguir que el test llegue a ese número de repeticiones.

Se le pidió al deportista que realice en la camilla de cuádriceps, en un ángulo de 0 a 90º, la mayor cantidad de extensiones de rodilla a la mayor velocidad posible. En una camilla para isquiotibiales, se utiliza la misma angulación de 0 a 90º y se le pidió también realizar la mayor cantidad de flexiones de rodilla a la mayor velocidad posible.

Luego aplicamos los números a la formula mencionada anteriormente, y con ello obtendremos el 1RM (fuerza máxima representada en kg) sin la necesidad de intentar hacer sobre esfuerzos levantando el 100% en una sola repetición.

Instrumento: las evaluaciones de fuerza se realizaron en camilla de Cuádriceps, para el grupo muscular extensor, y en camilla de Isquiotibiales, para el grupo muscular flexor.

**MUESTRA**

25 jugadores del plantel profesional de Berazategui con edades de entre 20 y 34 años.

3 arqueros, 8 defensores, 9 mediocampistas y 5 delanteros

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Jugadores del plantel profesional del club Berazategui con edades de entre 20 y 34 años

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Jugadores recientemente operados o lesionados que no estén en condiciones iguales a las de sus compañeros

## PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

### Fuerza de cuádriceps

| | Pierna hábil | Pierna no hábil | Diferencia |
|---|---|---|---|
| Promedio | 76,9 | 79,7 | 3,2 |
| Desvío | 8,6 | 5,5 | 3,1 |
| Mínimo y máximo | 73,4<br>84,9 | 74,2<br>83,1 | 0,8<br>1,8 |

**Tabla** 1. Resultados del test de evaluación de fuerza de los músculos extensores de rodilla representada en kilogramos.

### Fuerza de isquiotibiales

| | Pierna hábil | Pierna no habil | Diferencia |
|---|---|---|---|
| Promedio | 48,9 | 50,6 | 1,7 |
| Desvío | 6,5 | 5,5 | 1 |
| Mínimo y máximo | 46,3<br>55,4 | 46,9<br>56,1 | 0,6<br>0,7 |

**Tabla 2.** Resultados de los test de evaluación de fuerza de los músculos flexores de rodilla representada en kilogramos.

**Promedio del balance muscular de la rodilla**

| | Cuádriceps | Isquitibiales | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| Pierna hábil | 76,9 kg | 48,9 kg | 63,6% |
| Pierna no hábil | 79,7 kg | 50,6 kg | 63,5% |

**Tabla 3.** Porcentaje de los promedios, de resultados de fuerza extensora y flexora de rodilla.

El análisis de los datos del test de fuerza de los grupos musculares extensores y flexores de rodilla, nos demuestra que el promedio de todos los jugadores evaluados está dentro de los valores normales de equilibrio muscular entre la fuerza del cuádriceps y de los isquiotibiales. Solo cuatro jugadores se encontraron fuera del rango de valor normal. Estos casos presentaron debilidad del grupo muscular de los isquiotibiales. Ninguno de los jugadores evaluados presentó debilidad del grupo muscular extensor.

El desvío no ha sido significativo y los valores mínimos y máximos se encontraron relativamente cercanos al valor de promedio.

La pierna hábil arrojo un valor en promedio levemente inferior al de la pierna no hábil. Este valor se vio elevado particularmente por cuatro jugadores, dos de ellos que juegan en la posición de defensa y dos que juegan en la posición de centro delanteros.

No se ha encontrado diferencia significativa de fuerza muscular según el puesto de juego de cada jugador. Siendo en promedio los de puesto de volantes los que mejor balance de fuerza obtuvieron, seguidos por los defensores, los delanteros y los arqueros.

**Flexibilidad de isquiotibiales**

| | Pierna hábil | Pierna no hábil | Diferencia |
|---|---|---|---|
| Promedio | 14° | 16° | 2° |
| Desvío | 10° | 12° | 2° |
| Mínimo y máximo | 11°<br>26° | 10°<br>28° | 15°<br>18° |

**Tabla 4.** Resultado de los promedios del test de flexibilidad de Isquiotibiales representado en grados.

El análisis de los datos del test de flexibilidad de los isquiotibiales demuestra que, en promedio general para la pierna hábil, el resultado se encuentra dentro de los valores normales de flexibilidad, mientras que el promedio de la medición de la pierna no hábil esta un grado por encima de los valores normales. Presentando en promedio del plantel, cortedad moderada de los isquiotibiales de la pierna no hábil. Esto nos da una diferencia de dos grados entre la pierna hábil y la pierna no hábil. Quienes han marcado la diferencia entre ambas piernas son los jugadores que juegan de delanteros particularmente dos de ellos.

El desvío a sido bastante amplio, por lo que se realizó una variable de frecuencia que arrojo como resultado entre los que mejor flexibilidad tuvieron un promedio de 12° y entre los jugadores que presentaron cortedad moderada que en total fueron 9 jugadores, un promedio de 19°.

Los valores mínimos y máximos se encontraron con una diferencia de 15° para la pierna hábil y de 18° para la pierna inhábil, lo que demuestra una marcada diferencia en el test de flexibilidad.

No se ha encontrado diferencia significativa de acuerdo al puesto de juego. Los arqueros son los jugadores que mejor flexibilidad de isquiotibiales presentaron, teniendo sus resultados dentro de los valores normales. Seguidos por los mediocampistas, de los cuales dos de ellos presentaron cortedad moderada, los defensores que presentaron cortedad moderada en cuatro de ellos y los delanteros que presentaron tres casos de cortedad moderada, dentro de toda la evaluación estos últimos han sido en los jugadores que mayor cortedad encontramos.

## CONCLUSIÓN

En el presente estudio se ha realizado evaluación del balance de fuerza muscular de la rodilla, del total de los evaluados cuatro presentaron debilidad del grupo muscular flexor. No hubo diferencia significativa en comparación de pierna hábil y no hábil. Los casos que tuvieron disbalance muscular deberían ser mejorado hacia el balance correcto, teniendo en cuenta que los evaluados son futbolistas profesionales y la exigencia es máxima. En promedio los volantes son los que mejor balance de fuerza obtuvieron, seguidos por los defensores, los delanteros y los arqueros.

En cuanto a la flexibilidad los resultados han sido variados, teniendo la pierna inhábil 16° de promedio general, un grado por encima del valor normal y la pierna hábil 14° de promedio general, dentro de los valores normales. En total fueron 9 los jugadores que presentaron cortedad moderada. Se recomienda a los futbolistas que obtuvieron resultados fuera de los valores normales, aplicar protocolos de estiramiento para mejorar la flexibilidad de sus Isquiotibiales.

No ha sido regla en este estudio que quienes presentaron disbalance de fuerza muscular de la rodilla, fueran quienes presentaron cortedad moderada de los Isquiotibiales, ya que en sólo dos jugadores se presentaron ambas falencias.

Analizando el total de los datos obtenidos, se podría recomendar a los futbolistas con déficit, tanto de balance de fuerza, como de flexibilidad, un trabajo específico de fortalecimiento excéntrico y flexibilidad guiado por los preparadores físicos, para disminuir estos factores de riesgo intrínsecos de lesiones musculares. Estos trabajos preventivos deben tenerse en cuenta, sobre todo en instancias de pretemporada, donde las exigencias físicas son mayores y las probabilidades de sufrir lesiones también.

## BIBLIOGRAFÍA


Bessaso, M. (2015). Relación entre niveles de flexibilidad y lesiones músculo-tendinosas en futbolistas. Asociación de kinesiología del deporte. (PP 8-17).

Blum, B. (1998). Los estiramientos. Barcelona: Hispano Europea.

Einsingbach, T., Klumper, A., & Bierdermann, L. (1994). Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba.

Hawkins, D., & Hey, M. (1997). Muscle and tendon force-length properties and their interactions in vivo. Biomech, 30, 63-70.

Hinrichs, H. (2006). Lesiones deportivas. Barcelona: Hispano Europea.

Mc Hugh, M., Connolly, D., & Eston, R. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. Sport Med, 27, 594-599.

Pfeiffer, R., & Magnus, B. (2000). Las lesiones deportivas. Buenos Aires: Paidotribo.

Prentice, W. E. (1997). Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Buenos Aires: Paidotribo

Reilly, T. (1994). Aspectos fisiológicos del fútbol. Journal standart.

Rouviere, H., & Delmas, A. (2005). Anatomía humana. Buenos Aires: Masson.

Safran, M. R., Saber, A. V., & Garret, W. E. (1989). Warm-up and muscular injury prevention. An update. Sports Med, 8, 239-249.

Wilmore, J., & Costill, D. (2007). Fisiología del esfuerzo y del deporte. Buenos Aires: Paidotribo.

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football. Sport Med. 38, 36-41.