

Los conceptos emitidos en este trabajo de investigación son responsabilidad de las autoras.

**IMBALANCE MUSCULAR COMO FACTOR DE RIESGO PARA LESIONES  
DEPORTIVAS DE RODILLA EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES DE  
BOGOTÁ**

*JOHANNA ANDREA GARRIDO BAQUERO*

*YEINMY PINEDA HUÉRFANO*

*ANYI VIVIANA PIÑEROS VACCA*

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA FUNDACIÓN ESCUELA COLOMBIANA DE  
REHABILITACIÓN  
CENTRO DE SERVICIOS BIOMÉDICOS  
COLDEPORTES, NACIONAL**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de Grado  
esta dedicado a Dios y a  
nuestras familias

*Johanna Garrido*  
*Yeinmy Pineda*  
*Anyi Piñeros*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios que nos dio la vida, sabiduría y oportunidad de ser lo que somos hoy, quien todo el tiempo nos guió e ilumino en este camino de obstáculos que hemos aprendido a sortear y superar y donde la unión, la amistad y la perseverancia, nos brindaron las bases para cumplir nuestro sueños de ser fisioterapeutas.

A nuestros padres y hermanos quienes nos brindaron su apoyo incondicional y confiaron plenamente en nuestras capacidades y quienes anhelaban que algún día cumpliríamos nuestras metas y entregáramos con orgullo el titulo en las manos de quienes nos dieron la vida.

Hacemos una especial mención por su enorme apoyo y colaboración a la Fisioterapeuta, Maria Aleyda Rodríguez Morales, quien confió desde el primer momento en nuestro trabajo, quien apoyo incondicionalmente con su conocimiento, experiencia y empeño la realización de este. Gracias por su motivación, sencillez, humildad, carisma, perseverancia y animo que hicieron realidad este trabajo.

Debemos dar un gran agradecimiento a quien con la dedicación, tiempo, conocimiento, empuje, enseñanza, experiencia y dulzura, nos enseñó el verdadero significado y entrega que implica una investigación el Doctor Jhon Duperly, al igual que la Doctora Martha Lucia Jiménez, quien con sus lecciones y paciencia nos hizo ver que todo puede ser posible, si se trabaja con empeño y dedicación.

El apoyo, guía y confianza del Doctor Gustavo Castro en nuestra investigación, fue parte fundamental para el inicio de este estudio. Gracias muchas Gracias.

Este Trabajo no hubiese sido posible sin que el Centro de Servicio Biomédicos, del Centro de Alto Rendimiento, Coldeportes Bogotá, nos abrieran sus puertas brindándonos sus pacientes, su tecnología, su conocimiento, sus años de experiencia, sus profesionales y su reconocimiento nacional e internacional en el campo deportivo. Gracias por su colaboración y confianza en cada una de nosotras.

Gracias al Doctor Alejandro Larrota Médico Deportólogo del Club deportivo Millonarios por su interés, sencillez, humildad y apoyo en el desarrollo de este trabajo. Al Doctor Carlos Ulloa Médico Deportólogo del club independiente Santa fe por su colaboración.

A todos y cada uno de los jugadores participes del estudio que de una u otra manera nos colaboraron y que sin ellos no hubiese sido posible este estudio.

Y por su puesto a la Escuela Colombiana de Rehabilitación y a todos sus docentes por brindarnos las herramientas académica, ética y humanas para nuestra formación profesionales.

Y por último a nuestras amigas y compañeros quienes todo el tiempo nos brindaron su apoyo y no dudaron que esta meta se pudiera cumplir , gracias.

Gracias a cada una de las personas que de una u otra manera nos apoyaron y este es el resultado de un gran esfuerzo del cual ustedes fueron participes.

**Tabla de Contenido**

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Formulación del Problema.....	2
Marco Teórico.....	6
Fuerza Muscular .....	6
Teoría de la Isocinética .....	10
Rodilla .....	19
Fútbol .....	21
Lesiones Deportivas.....	24
Imbalance Muscular.....	31
Objetivos.....	34
Variables .....	34
Hipótesis .....	35
Método .....	37
Tipo De Diseño.....	37
Participantes.....	37
Instrumentos.....	38
Procedimiento .....	40
Resultados .....	43
Discusión .....	48
Conclusiones y Recomendaciones.....	54
Referencias.....	56

Apéndice ..... 60

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Localización anatómica de las lesiones en MMII.....	25
Tabla 2. Lesiones de la rodilla .....	25
Tabla 3. Resultados para la velocidad de 60°/s .....	45
Tabla 4. Resultados para la velocidad de 180°/s .....	46
Tabla 5. Resultados para la velocidad de 300°/s .....	46

**Lista de Figuras**

Figura 1. Dinamómetro Isocinético .....	11
Figura 2. Dinamometría de Rodilla (Cybex) .....	20
Figura 3. Imbalance Muscular en las Tres Velocidades Angulares de Prueba.....	43
Figura 4. Futbolistas Lesionados y No Lesionados .....	44
Figura 5. Frecuencia de Lesionados Deportivas.....	44

## Lista de Apéndices

Apéndice A	Evaluación Isocinética .....	61
Apéndice B	Formato de Registro Estadístico .....	62
Apéndice C	Formato de Registro Personal.....	63
Apéndice D	Formato de Encuesta Médico .....	65
Apéndice E	Formato de encuesta Jugador .....	66
Apéndice F	Edad de los Futbolistas .....	67
Apéndice G	Posición en el campo de juego .....	68
Apéndice H	Frecuencia de Imbalance Muscular en MMII.....	69
Apéndice I	Datos Absolutos del Estudio .....	70
Apéndice J	Resultados de Imbalance Muscular en las tres velocidades angulares de prueba.....	72
Apéndice K	Prueba Chi Cuadrado a velocidad de 60°/s .....	74
Apéndice L	Prueba Chi Cuadrado a velocidad de 180°/s.....	75
Apéndice M	Prueba Chi Cuadrado a velocidad de 300°/s.....	76
Apéndice N	Imbalance muscular en la relación flexo/extensora en diferentes rangos evaluativos.....	77
Apéndice O	Comparación entre antecedente de lesión, lesión posterior e Imbalance Muscular.....	79
Apéndice P	Presupuesto.....	80

## Resumen

El propósito de este estudio fue determinar si el imbalance muscular de flexo-extensores de rodilla constituye un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias en miembros inferiores. Es un estudio retrospectivo observacional analítico tipo casos y controles. El Centro de Servicios Biomédicos aportó 44 evaluaciones isocinéticas de rodilla de la Historia Clínica de los futbolistas profesionales pertenecientes a los Clubes deportivos Millonarios (evaluaciones del año 2001) y Santa Fe (evaluaciones del año 2000). Basado en la revisión estadística de lesiones de los jugadores de cada club, se determinó el grupo casos y el grupo controles. Se eligieron los resultados obtenidos por el dinamómetro isocinético a pruebas de velocidad angular de 60°/s, 180°/s y 300°/s, se analizaron las mediciones isocinéticas principalmente la relación Torque Pico flexores/Torque Pico extensores de cada miembro, determinando si existía o no un imbalance muscular. Con el fin de corroborar los datos de antecedente de lesión del futbolista, se complemento la información con el concepto del Médico Deportólogo y el informe de algunos deportistas. Se aplicaron dos pruebas estadísticas para el análisis de datos, la prueba Chi Cuadrado para determinar la dependencia entre imbalance muscular y lesión, el resultado de esta no mostró una clara dependencia entre estas dos variables en las velocidades de prueba. Adicionalmente, se calculó la Odds Ratio (OR) como indicador equivalente a riesgo relativo cuyo resultado mostró un OR mayor a 1 para la variable de lesión con respecto al imbalance muscular a velocidad de 60°/s y para las velocidades de 180°/s y 300°/s se encontró un OR menor a 1, el cual no representa un factor de riesgo relativo. Se registró que en las velocidades angulares de 60°/s, 180°/s y 300°/s no se encontró relación significativa entre el imbalance y la lesión. Determinando así en este estudio, que el imbalance muscular no es un factor de riesgo para lesiones deportivas en rodilla.

**Palabras claves:** Fútbol, imbalance muscular, fuerza muscular, isocinética, lesiones deportivas, Torque Pico.

**Imbalance muscular como factor de riesgo para lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales de Bogotá**

El fútbol es el deporte más popular del mundo con más de 22 millones de practicantes al año, el número total de lesiones de fútbol en la rodilla a nivel mundial es probablemente mayor que el de cualquier otro deporte (Kéller, C.S., Noyes, F.R. & Buncher, C.R., 1987. p. 315). Solo con que el 1% de los futbolistas se lesionasen, esta cifra representaría más de 200.000 lesiones anuales.

Dentro del porcentaje total de lesiones en los estudios sobre fútbol, las lesiones de la rodilla oscilaron entre el 12% y el 20% (Nilsson y Roaas, 1978, el 14%; Sullivan, 1980, el 12%; Ekstran, 1982, el 20%; Albert, 1983, el 18%. p. 144). En otro estudio realizado en Estados Unidos en 1980, las lesiones de la rodilla y el tobillo representaron el 25% de todas las lesiones y ocasionaron un 35% de todos los costos sanitarios (Pritchett, 1980. p. 144). Ese mismo año se declaró que las lesiones de rodilla constituían un problema de carácter nacional.

Una revisión estadística realizada en el periodo comprendido de Enero a Junio de 2002 en el Centro de Servicios Biomédicos de Coldeportes Nacional, (Bogotá, Colombia), el Doctor Gustavo Castro, Ortopedista y Médico Deportólogo (comunicación personal, Julio 31 del 2002), reportó que siete (70%) de diez pacientes (futbolistas) procedentes de Bogotá quienes consultaron al servicio de Ortopedia presentaban lesión específica de rodilla.

Dada la alta incidencia de lesiones deportivas en rodilla surgió el interés de analizar sí, ¿El imbalance muscular, en la fuerza muscular de flexo-extensores de rodilla, constituye

un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias en miembros inferiores (MMII) en futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá?.

El equilibrio de la fuerza muscular de MMII es entendido como la relación normal, en futbolistas, de 3:2 entre los músculos extensores frente a los flexores. Esta relación entre la fuerza de los grupos musculares isquiotibiales y cuádriceps puede constituir un factor de riesgo que afecta la posición de la articulación de la rodilla, y por ende, puede crear situaciones en las que ciertas estructuras corren un riesgo de lesión. Se generan así compensaciones, que pueden dar lugar a cambios biomecánicos que aumentan la sobrecarga de determinados grupos musculares incrementando la probabilidad de las lesiones músculo-tendinosas y /o ligamentarias de MMII, es por ello, que el equilibrio muscular constituye un elemento clave en la prevención de los mecanismos de las lesiones deportivas.

La corrección de un desequilibrio ha sido propuesta como factor preventivo de las lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias de MMII. Su importancia debe ser recalcada ya que su influencia se deja notar tanto en la incidencia como en la gravedad de muchas lesiones, tal como lo afirma Knapik, J.J., Bauman, C.L., Jones, B.H. (1991) quienes determinaron “una relación aparente entre el equilibrio muscular y el aumento del número de lesiones de la parte inferior de la pierna. En este estudio, los deportistas sufrieron más lesiones cuando presentaban debilidad en los músculos flexores de la rodilla o en los músculos extensores de la cadera del 15% o más”. (p. 149).

En un estudio realizado por Erichsen, O. A., Thiele, E., Osiecki, R., Bittencourt, L. R, Gómez, A. C. (Brasil, 2001), quienes encontraron que “la relación normal de flexores/extensores de rodilla es muy importante en la prevención de lesiones causadas por sobrecarga”. También, concluyeron que “la evaluación isocinética de fuerza muscular

seguida de un programa para corregir los imbalances detectados puede ser utilizado como uno de los medios para prevenir lesiones y su reincidencia”. (p. 131).

Adicionalmente, el factor de "ímbalance muscular" está ligado a la realización inadecuada del gesto deportivo, a su actuación biomecánica durante el juego y al desarrollo del proceso de lesión de rodilla que se puede presentar; Al correr, la biomecánica del miembro inferior desempeña un importante papel en la aparición de algunos síndromes de sobrecarga de la rodilla. Al contactar el talón con el suelo, el pie en supinación inicia un rápido cambio hacia el retropié y hacia la pronación subtalar. En este momento, se produce una rotación interna y obligatoria de la tibia. De forma concomitante, se puede apreciar actividad en el cuádriceps, que permiten una contracción excéntrica y, por tanto, la lenta flexión de rodilla. Ello proporciona estabilidad a la rodilla y disipa el efecto de choque. Por ende, sí existe alguna anomalía biomecánica, hay más posibilidades de que las estructuras de la rodilla sufran una lesión. (p. 166).

Una estrategia específica para la prevención de lesiones es identificar la incidencia y los factores de riesgo de una lesión, designando investigaciones dirigidas a controlar estos. Los parámetros de prevención de lesiones deportivas deben abordarse bastante antes de empezar la competición para que su cumplimiento sea eficaz (Safran, M.R., Seaber, A.B. & Garrett Jr, W.E., 1989. p. 141), es precisamente en el periodo pre-competitivo donde la intervención fisioterapéutica llega a ser tan valerosa e importante en la reducción de la incidencia de estas lesiones.

Se reconoce el valor de los estudios hechos a este nivel, pues aun cuando se han realizado en poblaciones ajenas a la nuestra, representan un punto de partida para desarrollar una investigación enfocada a identificar, si la fuerza muscular tiene relación directa con la lesión deportiva, es por ello, que las posibilidades que brinda este estudio son

importantes tanto para el deporte como para la fisioterapia, en el campo investigativo, ya que existen muy pocos estudios y análisis acerca del tema en Colombia.

El propósito de esta investigación radica entonces, en poder brindar un análisis profundo y detallado de los datos de fuerza muscular en rodilla obtenidos a través del dinamómetro isocinético (Cybex), perteneciente al Centro de Servicios Biomédicos del Centro de Alto Rendimiento (Bogotá), para identificar y determinar si el imbalance muscular representa un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias en MMII en una muestra poblacional de futbolistas profesionales inscritos a los clubes deportivos Millonarios y Santa Fe de la ciudad de Bogotá.

En segundo lugar, dar a conocer a los profesionales del área deportiva sobre la importancia de identificar y manejar factores de riesgo tales como el imbalance muscular y de esta manera poder prevenir lesiones futuras, así como Ekstrand (1982) demostró "que al desarrollar un programa preventivo de fútbol que incluía la supervisión de un médico y un fisioterapeuta reducía el número de lesiones en un 75%". (p. 140)

Por último, a través de los resultados estadísticos obtenidos en el estudio, se logren desarrollar programas de entrenamiento individual de acuerdo a la evaluación muscular previa (evaluación isocinética), la condición física del deportista y las exigencias propias de su deporte.

Este proyecto se considera un avance más hacia la interacción disciplinaria, en un campo donde hasta hoy, la presencia del fisioterapeuta es limitada a la atención de deportistas que afectados por una lesión buscan pronta rehabilitación, por ende, el fin del estudio es brindar a los fisioterapeutas posibilidades que definan una posición clara e indispensable en el ámbito investigativo y preventivo en el deporte. Así, el fisioterapeuta del deporte hará hincapié en la prevención de las lesiones a partir de la identificación de los

déficit de fuerza subyacentes y de las relaciones de fuerza en los grupos de músculos bilaterales y recíprocos. De esta manera, el lograr cuantificar la fuerza objetivamente y correlacionarla con una posible lesión,

constituye la base de todos estos propósitos. El generar un proyecto con opciones como esta, que demostrará resultados confiables, evidentes y favorables, tanto para la fisioterapia como el deporte, permite ampliar más las perspectivas y campos de acción de esta profesión, dando a conocer de la mejor manera posible el indispensable papel del fisioterapeuta en la preparación deportiva.

Con el fin de desarrollar este trabajo se considero indispensable la revisión de temas como fuerza muscular, para permitir el entendimiento de manera clara y específica de los principios teóricos de la evaluación de fuerza muscular, principalmente la isocinética.

Comenzando por la definición de fuerza se encuentra la necesidad de distinguir entre fuerza como magnitud física y fuerza como presupuesto para la ejecución de un movimiento deportivo (Harry, 1994. p. 87). Desde el punto de vista de la física, la fuerza es una influencia que al actuar sobre un objeto hace que éste cambie su estado de movimiento, expresándose como el producto de la masa por la aceleración ( $F=mx_a$ ). Desde la perspectiva de la actividad física y el deporte, la fuerza representa la capacidad de un sujeto para vencer o soportar una resistencia. El ser humano a partir de su musculatura es capaz de generar fuerza tensión como resultado de la contracción muscular.

La enorme variedad de deportes que se practican en la actualidad, nos demuestran que el músculo se ve obligado a responder de las formas más diversas a las exigencias a las que se ve sometido. Así, la fuerza es una cualidad que se manifiesta de forma diferente en función de las necesidades de la acción.

Según Juan Manuel García Manso (1996) quien se basó en el modelo de terminología propuesto por Vittori (1990) y M. Velez (1991), se puede realizar una clasificación sustentada en las causas que provocan la contracción muscular: (p.87)

- Manifestación activa de la fuerza
- Manifestación reactiva de la fuerza

La *manifestación activa* es la tensión capaz de generar un músculo por acción de una contracción muscular voluntaria. Dentro de la manifestación activa de la fuerza podemos hablar de diferentes manifestaciones de fuerza en función de su magnitud (fuerza máxima), su velocidad de ejecución (fuerza veloz) y su tiempo de duración (fuerza resistencia).

La *fuerza máxima* es la mayor fuerza que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria (Letzelter, 1990, p. 89). Esta fuerza se manifiesta tanto de forma estática (fuerza máxima isométrica), como de forma dinámica (fuerza máxima dinámica o semi-isométrica). Entre los factores que van a determinar las posibilidades de generar la fuerza máxima podemos destacar los siguientes (Weinek, 1992, Román, 1988, p. 89): el volumen muscular, la hipertrofia muscular y la hiperplasia muscular. Otro factor relevante a tener en cuenta es la composición de las fibras que son de dos tipos, las fibras de contracción lenta o tipo I y las fibras de contracción rápida o tipo II.

Existen dos tipos de manifestaciones de fuerza máxima muscular, las cuales se representan en fuerza absoluta y fuerza relativa. La fuerza absoluta es todo el potencial de fuerza que presenta morfológicamente un músculo o un grupo sinérgico. En ocasiones se entiende la fuerza absoluta como la magnitud de carga límite que el músculo ya no esta en condiciones de levantar y la fuerza relativa que indica la relación de la fuerza máxima y el peso corporal, es decir, la fuerza por kilo de peso.

Hoy en día se dispone de infinidad de medios que permiten hacer una eficaz valoración de la fuerza. Para este fin es importante conocer las modalidades de contracción muscular entre las que encontramos:

- *Las contracciones isométricas* son aquellas en las cuales no se modifica la longitud externa del músculo.
- *Las contracciones isotónicas* (isodinámicas) son aquellas en las cuales se modifica la longitud externa del músculo y en donde varía el ángulo de la articulación.
- *Las contracciones isocinéticas* se caracterizan en que la velocidad de movimiento es invariable a lo largo de toda la contracción. El entrenamiento isocinético proporciona una resistencia de acomodación que permite al deportista llevar hasta la carga máxima sus músculos de contracción dinámica en cada punto de la amplitud de movimiento de la articulación y realizar así más trabajo del que es posible, con una resistencia constante o variable.

*La fuerza veloz* es otra de las manifestaciones de la fuerza en relación a la velocidad de ejecución. Esta fuerza se define como la capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia a la mayor velocidad de contracción posible. Harre y Hauptmann (1985) definen esta cualidad, como "la capacidad de un deportista de vencer resistencias externas al movimiento con una gran velocidad de contracción. Esta cualidad de fuerza es la que permite al deportista imprimir a una masa una alta velocidad". (p. 113).

En el mundo de la actividad física, encontramos que la masa a desplazar y las velocidades a imprimir varían considerablemente en función de la modalidad deportiva y del gesto al que se hace referencia. Es por ello que se distinguen diferentes manifestaciones de fuerza veloz: fuerza explosivo-tónica, fuerza explosivo-balística y fuerza rápida.

En gran cantidad de ocasiones el deportista se ve obligado a desarrollar altísimos niveles de fuerza en periodos muy cortos de tiempo. Desde el punto de vista de la mecánica, la fuerza velocidad queda reflejada a través de la potencia.

La variación de la velocidad de la fuerza, o lo que es lo mismo el grado de fuerza y/o la fuerza inicial (primeros 30 milisegundos) es lo que representa la fuerza – velocidad. La fuerza

inicial es la capacidad de aplicar fuerzas relativamente altas justo después de iniciar la contracción.

Para la valoración de la fuerza – velocidad es necesario en ocasiones disponer de tecnología cara y sofisticada, como lo son aparatos isocinéticos (este tipo de valoración será profundizado más adelante).

La tercera manifestación de la fuerza activa es la *fuerza resistencia* la cual se refiere a la capacidad de mantener una fuerza a nivel constante durante el tiempo que dure una actividad deportiva. Matveiev (1982), la define como "la capacidad de resistir el agotamiento provocado por los componentes de fuerza de la sobrecarga en la modalidad deportiva elegida". (p. 122). El entrenamiento de la fuerza resistencia juega un papel muy importante sobre todo para la condición física general del futbolista, en especial para la musculatura de apoyo.

Las formas de valoración de fuerza – resistencia utilizadas son: acciones máximas sostenidas, y acciones máxima o sub-máximas repetidas.

Como último aspecto a tener en cuenta, se hablará de la manifestación reactiva de la fuerza, entendida como la capacidad de fuerza que realiza un músculo como reacción a una fuerza externa que modifica o altera su propia estructura. Se caracteriza por producirse tras un ciclo de estiramiento – acortamiento. Este tipo de manifestación de la fuerza en el

deporte actual obliga a los deportistas a soportar grandes tensiones en acciones de estas características.

Luego de esta revisión teórica, acerca de la fuerza muscular es necesario conocer y analizar los conceptos que abarca la teoría del ejercicio y evaluación isocinética, profundizando acerca del instrumento utilizado y sobre los datos obtenidos de este.

El concepto de Ejercicio Isocinético fue ideado por James Perrine e introducido en la literatura científica en 1967 por Hislop y Perrine (1967) y Thistle, Hislop, Moffroid, y Lohman (1967). (p. 12). Se dice que una contracción muscular es isocinética cuando la velocidad permanece constante durante todo el movimiento, esto implica que la resistencia se ajusta en todo momento a la fuerza que corresponda a la posición de la articulación.

El entrenamiento isocinético proporciona una resistencia de acomodación que permite al deportista llevar hasta la carga máxima sus músculos de contracción dinámica en cada punto de la amplitud de movimiento de la articulación y realizar así más trabajo del que es posible, con una resistencia constante o variable.

Fue Perrine el primero en construir una máquina de estas características aplicada al deporte (Cybex Excercise, 1967). El equipo isocinético permite ejercer toda la fuerza y el momento angular posibles – por grande o pequeño que sean – hasta una velocidad predeterminada, esto permite que el músculo pueda ejercitarse a su potencial máximo para todo el alcance cinético de la articulación. Figura 1.



Figura 1. Dinamómetro Isocinético.

Cuando la velocidad angular de movimiento de un miembro iguala o excede el límite de la velocidad preestablecida, el dinamómetro produce una contrafuerza equilibradora que garantiza una velocidad constante de movimiento al miembro (aunque no al músculo). Matemáticamente se ha podido demostrar que una velocidad constante de movimiento angular de un miembro no se acompaña de un coeficiente constante de acortamiento muscular (Hinson, Smith y Funk, 1979, p. 22). Según Hinson y col. (1979) el “término Isocinético debería reservarse para el tipo de contracción muscular que acompaña una velocidad constante de movimiento angular de un miembro, más que a un coeficiente lineal constante de acortamiento muscular”. (p. 22).

La resistencia isocinética presenta varias ventajas sobre las restantes modalidades del ejercicio. Una de ellas es que los músculos pueden ejercitarse a su potencial máximo para

todo el alcance cinético de la articulación. El ejercicio isocinético permite que se produzca una fuerza voluntaria máxima en todo el campo cinético, igualmente ofrece una alternativa más segura a las demás modalidades de ejercicio en el curso de la rehabilitación. Una de las grandes ventajas del ejercicio isocinético es su capacidad intrínseca de brindar mayor seguridad con relación al ejercicio isotónico, ya que el mecanismo de resistencia del dinamómetro se desembraga cuando el paciente empieza a experimentar dolor o malestar. Un aparato isocinético puede, además, adaptarse a cualquier problema de rehabilitación que se presente.

El ejercicio isocinético puede además ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar momento torsional o fuerza, y como modalidad de ejercicio para el reestablecimiento del nivel de fuerza pre-lesión de un grupo de músculos.

Al ejecutar un ejercicio isocinético se pueden evidenciar ventajas tales como:

- Permite el aislamiento de los grupos de músculos débiles.
- La adaptabilidad de la resistencia proporciona una resistencia máxima para la totalidad del campo cinético cubierto por el ejercicio.
- Posibilidad de cuantificar el momento torsional, el trabajo y la fuerza motriz.

De igual manera el ejercicio isocinético cuenta con algunos inconvenientes, tales como:

- La fiabilidad de la evaluación esta limitada a grupos de músculos en los planos cardinales de movimiento.
- El costo del material puede resultar alto para instalaciones modestas.

Es necesario para el entendimiento del uso del dinamómetro isocinético conocer y saber interpretar la terminología y las mediciones dadas por este. Debido a que es la base para el desarrollo de este trabajo.

Cuando el músculo recibe un estímulo para que se contraiga, produce fuerza; si ésta se mide a lo largo de un eje de rotación de la articulación, el momento de la fuerza es llamado *momento torsional* o *Torque Pico*. Si la fuerza o el momento torsional producidos por un músculo han sido calculados para la totalidad del campo cinético, el resultado puede darse como valor punta. El *valor punta* correspondería al punto del campo cinético donde se produce la mayor fuerza o el mayor momento torsional. (Perrine, Tis, Hellwig, Shenk, 1967, p. 30).

Los parámetros de medición determinados a través del dinamómetro isocinético son: el *trabajo* y la *potencia*. La dinamometría isocinética facilita la cuantificación rápida y confiable de la fuerza o del momento torsional. Si la fuerza y la distancia de la contracción de un músculo dado son conocidas, el total de la tensión producida por el músculo puede expresarse como **Trabajo**, este es definido físicamente como el producto de la fuerza por el espacio (momento de giro por ángulo). La unidad de trabajo es el *Joule* (J). Si se conoce la cantidad de tiempo necesaria para producir trabajo, la capacidad del músculo para generar potencia puede ser determinada. La *potencia* se define como, el cociente del trabajo por el tiempo. La potencia aumenta hasta un máximo con la elevación de la velocidad del movimiento; pero, a partir de cierta velocidad al seguir ésta aumentando, se produce una inflexión y comienza a descender la potencia. Así se puede determinar la velocidad de movimiento óptima para una potencia muscular máxima. Su unidad es el *Watt* (W). Se ha podido demostrar que el trabajo y la potencia son predecibles a partir del movimiento torsional punta, tanto en rodillas sanas como en las patológicas (Kannus y Jarvinen, 1989; morrisey, 1987, p. 30).

Entre otros parámetros de medición encontramos:

- La *energía de aceleración*, que corresponde al trabajo desarrollado en el 1/8 de segundo del ciclo de movimiento. Describe la capacidad para desarrollar la fuerza lo más rápidamente posible y, puede utilizarse para evaluar la fuerza rápida. Su unidad es el Joule (J).
- *Relación agonista/antagonista*, este cociente da, en tanto por ciento, la proporción de los distintos valores entre agonistas y antagonistas.
- *Comparación de las extremidades*, en la comparación de ambas extremidades, la diferencia entre los valores no suele ser superior al 10% o 15%, unas diferencias mayores indican falta de rehabilitación o una patología subyacente en la región articular o muscular medida.

Llegado el momento de establecer un protocolo estándar para la evaluación isocinética del rendimiento del músculo es necesario abarcar varios aspectos para obtener una evaluación precisa y fiable de esta. Los parámetros a seguir son:

- Exploración músculo esquelética, extensión corporal general y precalentamiento.
- Instalación del paciente en condiciones óptimas de estabilización.
- Alineación de los ejes de rotación de la articulación y del dinamómetro.
- Introducción verbal al concepto de ejercicio isocinético y corrección de la Gravedad
- Precalentamiento (3 repeticiones submáximas, 3 repeticiones máximas).
- Reposo (30 segundos a 1 minuto).
- Ensayo máximo a baja velocidad (4-6 repeticiones). Reposo.
- Ensayo Máximo a alta velocidad (4-6 repeticiones). Reposo.
- Prueba de resistencia a la fatiga en repeticiones múltiples.
- Ensayo de la extremidad contralateral.
- Anotaciones de los detalles de la prueba para poder reproducirla.

- Explicación de los resultados al paciente.

El protocolo de evaluación utilizado en el Centro de Servicios Biomédicos, para la valoración isocinética en todos los deportes, incluye velocidades angulares de prueba estandarizadas tales como: 60 grados / segundo ( $^{\circ}/s$ ) en donde es posible evaluar la fuerza máxima (realizando 5 repeticiones del movimiento),  $180^{\circ}/s$  en donde se evalúa la fuerza rápida o explosiva (realizando 5 repeticiones del movimiento), y por último  $300^{\circ}/s$  la fuerza resistencia (realizando 30 repeticiones). Antes de iniciar la prueba se realiza un calentamiento de aproximadamente 15 minutos, este calentamiento se puede realizar en Banda sin Fin, Bicicleta, etc. Adicionalmente, un período de descanso entre cada prueba (aproximadamente de 5 a 10 minutos). (Comunicación personal Dr. Aleyda Rodríguez, 12 de Agosto del 2002).

Por regla general, las velocidades angulares de  $60^{\circ}/s$ ,  $180^{\circ}/s$  y  $300^{\circ}/s$  se han utilizado como principales velocidades de prueba para la evaluación isocinética de la fuerza muscular. Estas velocidades de prueba serán el punto de referencia a tomar para el desarrollo de este estudio. La razón por la cual se utilizarán estas velocidades es porque en la practica de fútbol se observan diversas maniobras que incluyen velocidades altas y/o bajas en donde el jugador se ve expuesto a sufrir alguna lesión.

Los dinamómetros isocinéticos tienen previsto la habilidad de medir segura y objetivamente la fuerza excéntrica, concéntrica e isométrica alrededor de articulaciones primarias en múltiples velocidades angulares y sobre una posición específica del rango funcional del movimiento.

La interpretación adecuada de los valores obtenidos de la evaluación isocinética constituyen la base de inicio para el desarrollo de este estudio, es por ello que consideramos importante hacer una revisión de los principios de esta evaluación.

El análisis de la evaluación depende de la capacidad de los instrumentos y de un análisis correcto de la aptitud del paciente para generar momento torsional, trabajo o potencia.

El momento torsional puede evaluarse como valor máximo o como valor medio. El primero se obtiene a partir del punto más alto de una o varias curvas de momento torsional isocinético, ya que se necesitan varias contracciones isocinéticas para obtener un verdadero valor punta.

Otra medición que abarca el dinamómetro isocinético es la relación fuerza / velocidad, que consiste en la capacidad de un músculo para generar fuerza concéntrica, la cual aumenta a velocidades isocinéticas bajas y disminuye linealmente a medida que aumenta la velocidad de prueba. La curva de fuerza / velocidad obtenida durante el ejercicio excéntrico es bastante diferente de la curva resultante de la contracción muscular concéntrica. Así, mientras que la fuerza concéntrica disminuye con los aumentos de la velocidad de las pruebas, la fuerza excéntrica permanece constante, e incluso puede aumentar su producción de fuerza.

Una de las ventajas más evidentes de la evaluación de grupos musculares concretos de las extremidades es la de poder contar normalmente con un grupo contralateral como contraste. Se supone que los valores de momento torsional de una extremidad indemne pueden servir de referencia para el reestablecimiento de la extremidad lesionada a un estado normal durante la rehabilitación. Esta interpretación varía por la influencia del miembro dominante, o en el caso de los deportistas por el efecto de la especificidad neuromuscular de varias actividades deportivas. En la comparación de ambas extremidades, la diferencia entre los valores no suele ser superior al 10% o 15%, una diferencia mayor o déficit indica

la existencia de “asimetrías” y las diferencias menores del 10% - 15% se considera dentro de los límites normales.

Adicionalmente, se pueden realizar comparaciones entre grupos de músculos recíprocos de ambos lados de una articulación, ya que solo pueden actuar recíprocamente para producir un desplazamiento pausado y coordinado. Cuando un grupo de músculos produce la acción articular deseada, el grupo es el agonista del movimiento realizado y el grupo de músculos que producen la acción articular opuesta es el antagonista.

La literatura ofrece una amplia gama de velocidades de prueba para las evaluaciones isocinética de las extremidades inferiores. La relación entre los extensores de la rodilla y sus flexores se modifica a medida que aumenta la velocidad. Por regla general los 60°/s se han utilizado como principal velocidad de prueba para la evaluación isocinética concéntrica. La proporción isquiotibiales/cuadriceps es la más analizada. Históricamente en base a pruebas realizadas en Cybex se describe como valor normativo una proporción del 66% (relación 3:2) entre los isquiotibiales y cuadriceps a una velocidad de 60°/s, donde es posible evaluar la fuerza máxima sin generar estrés a nivel de la articulación de rodilla. En el estudio realizado por Orchard, J. Marsden, J. y Lord, S (1997), también sugieren que las medidas de Torque Pico a velocidades de 60°/s proveen mayor información en términos de predicción de lesión para este grupo en comparación a velocidades más altas. Esta observación apoya el protocolo de Heiser y Col, quien usó la relación Hamstring 60: Cuadriceps 60, menor que 0.60 para prescribir un programa de entrenamiento de fuerza muscular de Hamstring para las escuelas de fútbol. Estudios previos han sido inconclusos con respecto a la mejor velocidad para la prueba, Jonhagen sugirió velocidades más bajas y otros sugirieron velocidades a 180°/s o más rápidas (p. 81).

En un estudio realizado en Colombia por el Centro de Servicios Biomédicos, Coldeportes Nacional, titulado “ Determinación de los valores de fuerza de flexoextensores de rodilla en deportistas evaluados mediante el método isocinético en el Centro de Servicios Biomédicos, Coldeportes Nacional”. En el cual participaron 1381 deportistas pertenecientes a selecciones nacionales y diferentes ligas deportivas, se tomaron 574 futbolistas de los cuales 265 pertenecían a la Liga de Mayores. En el análisis de las evaluaciones comprendidas entre 1998 y 2001 se establecieron promedios de acuerdo con los datos obtenidos en la evaluación. Los promedios establecidos para la relación flexo/extensora fueron: 60.15% para la velocidad angular de 60°/s; 63.77% para la velocidad de 180°/s y 63.33% para la velocidad de 300°/s (Centro de Servicios Biomédicos, Coldeportes, Nacional; 1 de Septiembre del 2002).

También es posible evaluar la fuerza explosiva o rápida a una velocidad de 180°/s; en un estudio realizado por Oberg (1986) en futbolistas activos de sexo masculino entre la edad de 24 y 26 años, planteó una proporción isquiotibiales/cuadriceps en la pierna dominante de 0.75% a una velocidad de 180°/seg. De igual manera a velocidades de 300°/s se han establecido rangos de proporción de flexores y extensores entre 80-85%. (p. 582).

El ejercicio y la evaluación de la extremidad inferior y más particularmente de la rodilla, se analizarán debido a su relevante importancia, ya que es la articulación mas frecuentemente valorada.

Es esencial conocer la anatomía y la biomecánica de la rodilla, y aunque la revisión de estos temas con detalle va más allá del objetivo de este estudio se revisará la información básica de esta. La rodilla es una articulación de bisagra modificada en el sentido de que la extensión va acompañada de rotación externa de la tibia, y la flexión va acompañada de una rotación interna de la tibia. La rodilla es flexible y extensible en el

plano sagital y su configuración anatómica, la hace sumamente vulnerable a la lesión. Con respecto a la biomecánica de la rodilla, cabe resaltar que son doce los músculos que actúan sobre esta, contribuyendo a la estabilidad y funciones de la misma. La extensión de la rodilla se produce sobre todo por contracción de los músculos cuádriceps extensores del fémur, los cuales incluyen a los músculos, recto anterior, vasto interno, vasto externo y crural. La flexión de la rodilla es producida por el grupo de isquiotibiales formado por los músculos bíceps crural, semitendinoso y semimembranoso y de igual manera el gastrocnemio ayuda a este movimiento. Este grupo de músculos produce menos momento torsional durante la flexión de la rodilla cuando la cadera se halla extendida, que cuando la cadera se halla en flexión. La doble función de estabilidad y movilidad que se le exige a esta articulación suele depender de la compleja interacción de los ligamentos, tendones, cápsulas, cartílagos y huesos. Es esta interacción, o alguno de todos los componentes los que se ven destruidos por los daños de una lesión, aunque particularmente se lesiona uno de los cuatros ligamentos principales: el Ligamento Lateral Interno (LLI), el Ligamento Lateral Externo (LLE), el Ligamento Cruzado Posterior (LCP), el Ligamento Cruzado Anterior (LCA), cualquiera de estos cuatro ligamentos puede verse dañado por una combinación de fuerzas extrínsecas e intrínsecas. Estas fuerzas pueden estar generadas tanto para agentes externos (tal es el caso del contacto con otro jugador o con un poste), denominadas “lesiones de contacto”, como por fuerzas generadas por el mismo jugador (giro repentino para evitar un contacto o, simplemente una contracción repentina y violenta de un músculo), denominadas “lesiones sin contacto”.

La posición sedente es la más común para el ejercicio y la evaluación isocinética de los músculos extensores y flexores de la rodilla. Los músculos isquiotibiales pueden

producir niveles más altos de momento torsional tanto concéntrico como excéntrico, en diferentes posiciones. Figura 2.



Figura 2. Dinamometría De Rodilla (Cybex)

Según la edad o actividad, las relaciones bilaterales entre grupos de músculos cuádriceps e isquiotibiales tienden a variar en 5-10% entre sí. Se ha podido comprobar que el grupo de músculos isquiotibiales produce cerca del 66% de los valores de momento torsional generados por los músculos cuádriceps a velocidades de ensayo lentas, cabe señalar que esta velocidad afecta a la razón músculos recíprocos poplíteos/ cuádriceps. La aceleración de la velocidad de la prueba para reducir el momento torsional de los músculos cuádriceps en mayor medida que el momento torsional del grupo de los músculos isquiotibiales. Por consiguiente, estos últimos produce un mayor porcentaje de los valores de momento torsional generado por los músculos cuádriceps a medida que aumenta la velocidad de ensayo.

Es importante observar la presencia o ausencia de la corrección de la gravedad ya que al corregirla se eleva el momento torsional producido por un grupo de músculos que se contrae contra el efecto de la gravedad, y reduce el momento torsional producido por un grupo de músculos ayudado por la gravedad. Una articulación patelofemoral sana y eficaz es esencial para la biomecánica de la articulación de la rodilla, ya que la presencia de dolor limita la capacidad del cuádriceps para extender esta articulación.

Es indispensable en este momento hacer una referencia al deporte del Fútbol. Los orígenes de este se sitúan en el Japón unos 1000 A. de C., era un juego que enfrentaba a dos bandos que, se disputaban un balón con los manos y las piernas. El terreno de juego era cuadrado de dimensiones variables. En Grecia se encuentran los primeros vestigios de Fútbol occidental. Luego en Roma apareció un juego de actividad brutal y violenta, que consistía en enfrentar dos bandos compuestos por un número ilimitado de hombres, que debían empujar y golpear con el puño una pelota, hasta traspasar una línea marcada en el campo enemigo.

El fútbol como juego moderno nació en Inglaterra en 1863. En este año se creó en Londres, la Football Association, y unos años más tarde, en 1885, aparece la primera reglamentación sobre este, que apenas representa modificaciones respecto al reglamento que rige en la actualidad. Por tanto, el Fútbol propiamente dicho tiene más de un siglo de vida y, durante este período de tiempo, ha conseguido el imperio más espectacular que jamás haya logrado otro deporte. El fútbol consiste, por una parte, en dominar, manejar, controlar, golpear y conducir el balón hasta las proximidades de la portería contraria para tratar de conseguir goles (acciones ofensivas) y, por otra parte, en impedirlo (acciones defensivas).

Dentro del campo de juego se emplean tres posiciones específicas tales como *defensores, atacantes (delanteros) y jugadores de enlace* cada uno de ellos con una función específica. Aunque, en el entorno general del equipo, un jugador pueda ejercer cualquier función, los defensores se emplean con la función específica de defender y hacerlo procurando que los atacantes adversarios no lleguen con el balón a posiciones de remate, y cuando la defensa lo posea, pasárselo, si es posible, a un compañero desmarcado. Mientras la función fundamental de los delanteros es marcar goles y todo cuanto haga tiene que tender a este fin. La función de los centrocampistas tienen como funciones crear juego, servir de enlace entre todos sus compañeros y participar de forma activa tanto en defensa como en ataque.

La energía contenida en la pierna de un futbolista inmediatamente antes del puntapié es equivalente a la energía de una caída de casi 1 metro por una persona de 90 kilogramos de peso. En el momento del puntapié, un 15% de la energía cinética de la pierna se transmite a la pelota para la aceleración. Gran parte de los 320 kilogramos de fuerza restante se disipa por la flexión de la rodilla y la tracción de la pierna hacia atrás por los músculos posteriores del muslo.

Al correr, la biomecánica del miembro inferior desempeña un importante papel en la aparición de algunos síndromes de sobrecarga de la rodilla. Al realizar la actividad se puede apreciar la acción en el cuádriceps, que permiten una contracción excéntrica y, por tanto, la lenta flexión de rodilla. Ello proporciona estabilidad a la rodilla y disipa el efecto de choque. Entonces, si existe alguna anomalía biomecánica, hay más posibilidades de que las estructuras de la rodilla sufran una lesión.

La patada, es la principal destreza que debe adquirir un participante de fútbol, por lo cual haremos énfasis en la biomecánica de la misma. El pateo es un movimiento complejo

motor que sigue generalmente los períodos de desarrollado motriz. El proceso del pateo al balón desde una perspectiva biomecánica puede ser dividida en varios componentes. Ellos son: Orientación del ángulo, fuerzas de la planta del pie, balance de la carga en la extremidad, flexión de la cadera y extensión de la rodilla, contacto del pie con el balón.

Durante el golpe, la posición de la rodilla y el tobillo debe tener una fijación de 45° de ángulo de orientación. Plagenhoff planteó que “eran dos los factores principales determinantes en la velocidad del balón: la cantidad de la masa muscular del pie y la velocidad del pie antes de tener contacto con el balón” (p.722). En el pateo los flexores de cadera se contraen fuertemente para mantener el balance anterior e inferior del muslo, la pierna (definida desde la rodilla hasta el pie) y el pie giran como una unidad.

Los jugadores de fútbol patean el balón más lejos con menos actividad muscular pero con mayor actividad antagonista excéntrica, el cual puede ser indicativo de más control sinérgico en un movimiento completamente ágil. Esto quiere decir, que los jugadores pueden necesitar entrenamiento de los extensores de rodilla para actuar concéntricamente al contacto del balón y los flexores excéntricamente para que el movimiento al patear sea fluido y controlado. En el punto de contacto del balón los extensores y flexores de rodilla son agonistas y, por lo tanto, necesitan ser entrenados concéntricamente. En otros puntos durante los movimientos de pateo, estos mismos músculos actúan excéntricamente como antagonistas, presentándose “la paradoja del Fútbol”, la cual significa que la actividad flexora es dominante durante la extensión y la actividad extensora domina durante la flexión. Deproft, E., Clarys, JP., Bollens, E. (1988), mostraron que “la actividad del cuadriceps fue más grande durante la fase de carga, cuando el cuadriceps fue antagonista para el movimiento y los hamstrings fueron más activos durante el impulso anterior cuando eran antagonistas al movimiento. La actividad excéntrica de los flexores dominaron el final

del movimiento del pateo, el cual subsecuentemente redujo la velocidad angular de la rodilla". (p.724).

Durante el juego, muchas jugadas son causantes de lesiones que se producen cuando se cambia de dirección mientras se corre. No es sorprendente que las jugadas que protagonizan los defensas sean las que más desgarros del LCA generan en la práctica de fútbol. Los defensas corren el riesgo de sufrir esta lesión debido a los rápidos cambios de dirección de los delanteros contrarios. Los delanteros atacantes tienen la ventaja de que controlan la pelota y obligan a los defensas a reaccionar. Al hacerlo, los defensas a menudo emplean una técnica incorrecta al extender o apoyar la pierna para cambiar de dirección. Por ello deben emplear una técnica correcta y mantener una buena posición defensiva con las rodillas flexionadas. También es importante que los jugadores empleen el interior de la pierna para iniciar el cambio de dirección. Al mantener las rodillas flexionadas e iniciar el cambio con la parte interna de la pierna, se reduce el riesgo de sufrir una lesión del LCA por interacción del cuádriceps y el Ligamento.

Una situación típica y peligrosa es cuando el atacante se detiene de repente extendiendo la pierna para parar la bola y chutar<sup>1</sup> la forma correcta de caer al suelo después de un remate con la cabeza debe hacerse con las rodillas flexionadas.

Es normal que se produzcan lesiones en la práctica del fútbol, lo cual puede explicarse por el elevado número de practicantes que tiene en todo el mundo (aproximadamente 22 millones) y por los mecanismos específicos de este deporte, que implican patadas, regates, faltas y esfuerzos prolongados. Varios estudios (Nilsson y Roaas, 1978; Ekstrand y Gillquist, 1982, p. 315), indican que las extremidades inferiores son la parte del cuerpo más expuesta a lesión, sumando entre un 64% y un 88% de las lesiones. Anatómicamente, la

---

<sup>1</sup> *Chutar: en el juego del fútbol, lanzar con el pie la pelota en determinada dirección.*

parte más expuesta y con mayor incidencia de lesión es la rodilla. La localización anatómica de las lesiones en MMII y las lesiones específicas de rodilla se ilustran en la Tabla 1 y Tabla 2 respectivamente.

Tabla 1. Localización anatómica de las lesiones en MMII

<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>INCIDENCIA (PORCENTAJE)</b>
Muslo	40 (29%)
Rodilla	51 (37%)
Pierna	6 (4%)
Tobillo	37 (27%)
Pie	5 (4%)
Total	139 (67%)

Tabla 2. Lesiones de la rodilla

<b>LESIÓN</b>	<b>INCIDENCIA (PORCENTAJE)</b>
<b>ESGUINCES</b>	
Lesiones en el Ligamento Cruzado Anterior	17 (47%)
Lesiones en el Ligamento Colateral Medial	10 (28%)
Lesiones en el Ligamento Colateral Lateral	2 (5%)
Lesiones en el Ligamento Cruzado Posterior	1 (3%)
Otros	6 (17%)
<b>LESIONES AISLADAS DE MENISCO</b>	
Menisco Medial	7 (78%)
Menisco Lateral	2 (22%)
<b>LESIONES MÚSCULO TENDINOSAS</b>	
Contusiones Musculares	6 (12%)
Distensiones Musculares	40 (78%)
Tendinitis	5 (10%)

Las lesiones, contusiones y distensiones musculares son traumatismos habituales en la medicina deportiva y su incidencia supone entre el 10 y 55% de todas las lesiones deportivas (Franke, 1980; Zarins y Ciullo, 1983; Sandelin, 1988, p. 144). Cuando el deportista rebasa su capacidad máxima de esfuerzo en un momento dado, entre otras cosas debido a un insuficiente entrenamiento, se pueden producir lesiones musculares endógenas que, desde el punto de vista médico, son consecuencia de haber sobrepasado las posibilidades de distensión. También se originan lesiones exógenas debido a la acción de fuerzas externas que pueden provocar contusiones y magulladuras.

Las lesiones deportivas se definen como un accidente que impide al jugador participar en un partido o en una sesión de entrenamiento. Se excluyen las lesiones que se producen al realizar otras actividades. Existen diversos mecanismos de lesión en el Fútbol, según Nielsen e Yde (1989), mostraron que el 40% de las lesiones en Fútbol se debían a contactos y el 39% se producían mientras se estaba corriendo (no contacto). Según Berger-Vachon (1986), mostraron que solo en un 17% de los casos se lesiona el jugador sin que exista contacto alguno.

En un estudio prospectivo sobre lesiones de Fútbol realizado en Italia entre 1980 y 1991, se reportó que las lesiones por contacto en MMII representaron la fuente principal de fracturas y esguinces de rodilla, en un 37% de los casos. En el 47% de todos los esguinces de rodilla, se diagnosticó una lesión de LCA, mientras que el 28% de los casos se descubrió una lesión de LLI. Las rupturas del LCA se produjeron en su mayoría por contacto (81%). Las lesiones del LLI se produjeron por mecanismos tanto de contacto como sin contacto. El mecanismo por el cual se producen las distensiones musculares varía de acuerdo con la posición. Por lo que se refiere al músculo recto anterior, las distensiones suelen producirse

al golpear el balón (86%), mientras que, en el caso de los isquiotibiales y gastronemios la causa más frecuente son los Sprints (91%).

Lindenfeld, T. N., Schmitt, D. J., Hendy, M. P., Mangine, R. E. y Noyes. F. R., (1994) en Estados Unidos, encontraron que los tipos de lesiones más comunes son los desgarros y las contusiones musculares, ambas ocurriendo en un rango de 1.1 lesiones por 100 horas jugadas”. (p. 364).

Un estudio realizado en Nueva Zelanda, por Tucker, A. M. (1997) reportó que “las lesiones músculo-esqueléticas son las lesiones que comúnmente afectan la extremidad inferior, incluyendo las contusiones, desgarros músculo-tendinosos agudos y crónicos y lesiones ligamentarias de rodilla y cuello de pie”. (p. 21).

Las distensiones musculares en los muslos y pantorrillas en Fútbol (Ekstrand y Gillquist, 1982), se suelen deber a una mala elasticidad muscular.

En una serie de observaciones, Dehaven y Lintner (1986) reportaron, que “las lesiones más frecuentes en Fútbol fueron las contusiones, los desgarros y las tensiones”.(p. 634).

Las *lesiones musculares* se producen de distintas formas según el mecanismo del traumatismo: laceraciones, contusiones y distensiones (Ryn, 1969; Millar, 1979, p. 132). Muy a menudo, los músculos se lesionan en el futbolista porque aparecen fuerzas de compresión excesivas, tal es el caso de los golpes directo, es decir, las contusiones. Si se aplica una fuerza tensora excesiva, el músculo se estira en exceso en el sentido de la fibra muscular, que se caracteriza por afectar la túnica que la rodea pero sin lesionar el tejido o dar lugar a que este sangre, a esto de le denomina *distensión*. La distensión con distracción se producen con frecuencia en el caso de músculos que se mueven entre dos articulaciones (por ej., el cuádriceps, que extiende la rodilla y se flexiona en la articulación coxal). Como

estas dos funciones normalmente no pueden realizarse al mismo tiempo bajo el control del sistema neuromuscular, una descoordinación momentánea, sobre todo cuando el deportista está cansado, puede terminar en una distensión muscular.

Las *contusiones* musculares son habituales en el deporte del fútbol, se producen en caídas, los golpes, los impactos de balón, las colisiones con otros jugadores o los choques contra objetos duros (p. ej: una portería). Las distensiones suelen producirse al hacer un Sprint y al saltar, lesionando principalmente a la musculatura de la pierna (fútbol, carrera de vallas) y la del muslo (isquiosurales, cuádriceps), localizándose a menudo en los músculos superficiales (p. ej, el recto femoral, el semitendinoso, el gastrocnemio, etc.). Las distensiones musculares más frecuentes no son las lesiones completas, sino las lesiones parciales del tejido muscular; las lesiones patológicas suelen localizarse en la región músculo-tendinosa. La capacidad de unión músculo-tendinosa para resistir los estiramientos desempeña un papel muy importante cuando se produce una distensión muscular. Cuando el músculo contraído se estira, la carga es mayor en esta posición – antes de la ruptura – que cuando el músculo está relajado; por lo demás, todos los factores que disminuyen las propiedades tensoras del músculo aumentan el riesgo que al estirarse se produzca una distensión. Cuando la lesión producida es más importante pueden producirse desgarros de las fibras musculares, viniendo determinada la gravedad de la lesión por el número de fibras afectadas.

Una fuerza relativamente mayor de los extensores con respecto a los flexores puede causar una lesión muscular posterior. En atletas con un 10% o más de diferencia de fuerza entre flexo-extensores aumenta la probabilidad de lesiones músculo-tendinosas (Safran, 1989, p. 131). También observó que atletas con una fuerza de flexores inferior al 60% con respecto a los extensores, está más sujeto a lesionarse.

Otra de las estructuras más susceptibles a lesionarse, es el tendón, por lo cual al hacer referencia a las *lesiones tendinosas*, cabe resaltar, la importancia biomecánica de los tendones, ya que estos representan los órganos cuya misión es procurar un correcto funcionamiento de la musculatura, la cual, a su vez, transmite la fuerza de que esta dotada a los diversos huesos que gozan de movilidad. Los tendones se caracterizan por una elevada capacidad de tracción pero muy reducida en cuanto a la extensibilidad. En las lesiones tendinosas, cabe reconocer como origen, la acción de una fuerza mecánica que, bajo forma de una distensión actúa en el mismo sentido del esfuerzo de tracción. Esta distensión se trata de una lesión que viene acompañada de una elongación del tejido tendinoso sin que por ello se produzca una rotura sustancial del mismo. Se produce una rotura tendinosa en el futbolista como consecuencia de circunstancias adversas tales como:

- La detención repentina de un movimiento (caída, obstáculo surgido de improvisto en un desplazamiento).
- Elongación repentina de un tendón debido a un esfuerzo desplegado para superar la capacidad de resistencia de la musculatura antagonista (interrupción de una caída)
- Lesiones sin hemorragia, tales como: golpes o puntapiés contra un tendón en estado tenso.

Dentro del porcentaje total de lesiones en los estudios sobre fútbol, las lesiones de la rodilla oscilaron entre el 12% y el 20% (Nilsson y Roaas, 1978, el 14%; Sullivan, 1980, el 12%; Ekstran, 1982, el 20%; Albert , 1983, el 18%, p. 144). Aunque la estructura de la rodilla o las estructuras que la rodeen pueden lesionarse, las lesiones de los ligamentos son las más frecuentes y debilitadoras para los futbolistas. Las causas de estas lesiones están clasificadas en: *Lesiones por contacto* y *Lesiones sin contacto*. Las lesiones por contacto son el resultado de una fuerza externa que se aplica directamente sobre la rodilla o en su

alrededor. La posición de la rodilla, la dirección de la fuerza, su magnitud y su punto de aplicación determinan las estructuras que resultan lesionadas. Una de las lesiones más frecuentes de la rodilla es la ruptura del LLI. Suele estar producida por una fuerza dirigida hacia fuera (es decir, una fuerza aplicada en la parte lateral de la rodilla) que impactan la rodilla cuando el deportista tiene el pie en el suelo y la rodilla esta en total o casi total extensión. Esta fuerza produce una tensión en el LLI que aumenta la distancia entre el fémur y la tibia en su lado medial. Cuando la fuerza aplicada es aún mayor, también resultan lesionados otros tejidos. El LLI y la cápsula medial son las primeras estructuras que se rompen, seguidas por el LCA, y a veces por el menisco interno. Si la rodilla esta casi en total extensión, existe también la posibilidad de que se rompa el LCP en vez de, o junto con, el LCA.

Las fuerzas dirigidas hacia adentro (es decir una fuerza aplicada sobre el lado medial de la rodilla) son mucho menos corrientes debido a que el lado medial de la rodilla esta protegido hasta cierto grado por la otra pierna. Sin embargo, si se aplica una fuerza hacia adentro, los resultados pueden ser similares, aunque opuestos, a los de un golpe hacia fuera. El LLE y la cápsula lateral ofrecen más resistencia, el LCA puede resultar dañado junto con otros ligamentos, y también puede romperse sin que otras estructuras resulten dañadas. Ello ocurre cuando una fuerza en dirección anterior impacta en la tibia y provoca que se mueva hacia delante con respecto al fémur (p. Ej: jugador que recibe un golpe desde atrás en la rodilla). El LCA también puede resultar dañado por una hiperextensión forzada de la rodilla (p. Ej: cuando la rodilla es doblada hacia atrás). Las lesiones del LCP se producen por una hiperextensión o, simplemente, cuando una fuerza en dirección posterior contacta con la tibia, tal y como sucede cuando la rodilla se mueve hacia atrás al chocar con fuerza contra el suelo mientras esta doblada en un ángulo de 90°.

*Las lesiones sin contacto* de los ligamentos de la rodilla también son habituales en la práctica de Fútbol. Se producen cuando un deportista cambia de dirección mientras juega. Normalmente se combina una desaceleración de los cuádriceps con la aplicación de fuerzas hacia fuera y de rotación externa sobre la rodilla ligeramente flexionada (Zarins y Nemeth, 1985, p. 147), este es el mecanismo que con mayor frecuencia causa roturas “aisladas” del LCA en la práctica deportiva. Otra forma de lesión de los ligamentos cruzados puede ser causada por una hiperextensión sin contacto, como cuando el futbolista pisa un agujero o cae sin control después de un salto.

Basados en la revisión anterior (lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias) y en los numerosos mecanismos que causan las lesiones de rodilla del futbolista, se identifican diversos “factores de riesgo” que parecen contribuir a su elevado número. Con respecto a estos factores de riesgo encontramos unos factores inherentes al futbolista (factores intrínsecos), los cuales son difícilmente cuantificables pero representan un elemento clave en la prevención de los mecanismos de las lesiones de la rodilla. Entre los factores de riesgo más relevantes encontramos: la edad, el acondicionamiento físico, la flexibilidad, la coordinación, la propiocepción, la estabilidad articular y el equilibrio muscular. Este último es el objeto de este estudio, ya que ha sido propuesto como un factor importante que puede contribuir al origen de una lesión deportiva específicamente de rodilla. El equilibrio muscular (balance muscular) o la corrección de cualquier “desequilibrio” (p. Ej., relaciones anormales de los músculos flexores frente a los extensores) ha sido propuesto como otro factor riesgo que puede limitar las lesiones de rodilla. El equilibrio o balance entre la fuerza de los grupos musculares isquiotibiales y cuádriceps puede afectar la posición de las articulaciones, y de este modo, crear situaciones en las que ciertas estructuras corren un riesgo de lesión. Feagin y Lambert (1985) divulgaron que “puede existir una

predisposición a que se lesionen los ligamentos cruzados de los deportistas cuyos isquiotibiales tengan alguna deficiencia”. (p. 149). En un estudio realizado por Erichsen, O. y cols. (Brasil, 2001), encontraron que “la relación normal de flexores/extensores de rodilla es muy importante en la prevención de lesiones causadas por sobrecarga”. También, concluyeron que “la evaluación isocinética de fuerza muscular seguida de un programa para corregir los imbalances detectados puede ser utilizado como uno de los medios para prevenir lesiones y su reincidencia”. (p. 131). Ekstrand y Gillquist (1982) descubrieron “un efecto significativo de la debilidad del cuádriceps sobre las lesiones sin contacto”. (p. 149). Knapik y col (1991), encontraron que “los imbalances musculares incrementan los riesgos de lesión. Ellos descubrieron una relación aparente entre el equilibrio muscular y el aumento del número de lesiones de la parte inferior de la pierna. En este estudio, los deportistas sufrieron más lesiones cuando presentaban imbalances en los músculos flexores de la rodilla o en los músculos extensores de la cadera del 15% o más”. (p. 149). En otro estudio realizado por el mismo autor, reportó que “los imbalances de fuerza y flexibilidad en mujeres atletas fueron asociadas con lesiones de la extremidad inferior, pero no específicamente con el grupo muscular en el cual se encontraba el imbalance”. (p. 225). Aunque no haya sido determinado del todo, hay por lo menos algunos datos que sugieren que un “equilibrio apropiado” puede tener cierto valor preventivo.

En una investigación realizada en Inglaterra, basada en estudios electromiográficos, Feldbrin, Z., Gilai, A. N., Ezra, E., Khermosh, O., Kramer, U., Wientroub, S. (1995) afirmaron que “el imbalance muscular es un factor etiológico en la enfermedad idiopática de la parte distal de la extremidad inferior”. (p. 596).

En Alemania un estudio realizado por Kramers de Quervain, I. A., Biedert, R., Stussi, E. (1997). En sus resultados mostraron bases no sólidas para el argumento en el que se

interpreta al “ímbalance muscular como una causa de inestabilidad patelar y tensiones de importancia en las estructuras pasivas de la articulación”. (p. 95).

Huesa, J. F., Carabias, A. A. (1996), en un estudio de evaluación isocinética en jugadores de fútbol de primera división en España, afirmaron que “conseguir una relación óptima de flexores/extensores de rodilla en la fuerza muscular, evitará lesiones deportivas así como también permitirá realizar un entrenamiento individualizado para cada individuo tendiente a potenciar las deficiencias existentes en su análisis isocinético, llevando a cabo mediciones evolutivas que indicarán la realización correcta del entrenamiento”. (p. 231).

Con respecto a aquellos factores que son totalmente externos al futbolista (factores extrínsecos), se encuentran la superficie de juego, las reglas, el equipamiento y cargas que se producen durante la práctica de juego. Además de los factores intrínsecos y extrínsecos de los que hemos hablado anteriormente, hay otros factores de riesgo que se “adquieren” a lo largo de la carrera del deportista y que pueden provocar lesiones de la rodilla, entre ellos se destacan la experiencia técnica y habilidad, el entrenamiento técnico y la posición del jugador en el terreno de juego. Al igual que la presencia de antecedentes de lesión y una rehabilitación deficiente y/o inadecuada.

En algunos deportes, los jugadores ocupan ciertas posiciones en las que son más propensos a sufrir lesiones que en otras. Por lo que al fútbol se refiere, dos estudios (McMaster y Walter, 1978; Ekstrand y Gillquist, 1983) mostraron "diferencias en la tasa de lesiones al tener en cuenta la posición del jugador, con excepción de los porteros (cuya tasa es inferior)". (p. 151).

Como se pudo apreciar anteriormente, los ímbalances musculares en flexo-extensores de rodilla constituyen, probablemente, un factor de riesgo para las lesiones músculo-tendinosas y/o ligamentarias de rodilla en futbolistas, que pueden ser prevenidos de manera

oportuna si se efectúa un proceso evaluativo, a partir del cual, se diagnostican estos y se pueda iniciar una intervención fisioterapéutica inmediata contrarrestando todas aquellas lesiones que incapacitan al jugador.

Bajo los objetivos planteados que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de este estudio se buscó enfatizar en propósitos que dieran claridad y criterios de investigación frente al tema:

El objetivo general consistió en determinar si el imbalance muscular de flexo-extensores de rodilla constituye un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias en MMII en futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá.

Se plantearon también objetivos específicos que incluían propósitos que se clarificaron, en el periodo del desarrollo del estudio:

1. Determinar el imbalance muscular mediante la relación de los grupos musculares flexores y extensores de rodilla.
2. Determinar la presencia o ausencia de lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá
3. Establecer la asociación entre el imbalance muscular y la lesión deportiva de rodilla.

Los anteriores objetivos facilitaron lograr y alcanzar el desarrollo del objetivo general del proyecto, permitiendo determinar si el objeto de estudio (ímbalance muscular) tiene asociación con la lesión de rodilla en el futbolista.

Del planteamiento de los objetivos específicos surgieron, las siguientes variables:

- *Imbalance muscular*: Definida como el desequilibrio entre la fuerza de los grupos musculares flexores y extensores que puede afectar la posición de las articulaciones, creando situaciones en que ciertas estructuras tienen un riesgo de lesión. Esta variable fue evaluada de manera comparativa entre el MI derecho versus MI izquierdo en dos grupos

musculares: Flexores, músculos encargados de flejar la rodilla, constituido por el grupo muscular de los isquiotibiales (bíceps crural, semimembranoso y semitendinoso), y los extensores encargados de extender la rodilla, constituido por el grupo muscular del cuadriceps (recto anterior, vasto interno, vasto externo y crural). Para establecer el imbalance muscular se evaluó la relación de los dos grupos musculares, entendida como la relación normal de fuerza 3:2 entre los músculos extensores (3) frente a los flexores (2) en futbolistas. Con una sola evaluación de medición del torque pico entendido como el punto del campo cinético donde se produce la mayor fuerza o el mayor momento torsional, generados por una contracción voluntaria máxima. Esta variable será evaluada a tres velocidades angulares ( $60^\circ/s$ ,  $180^\circ/s$  y  $300^\circ/s$ ) entendiendo velocidad angular como la relación de la distancia recorrida por un cuerpo en la unidad de tiempo. La velocidad angular de  $60^\circ/s$ , determina la fuerza máxima,  $180^\circ/s$  la fuerza rápida o explosiva y  $300^\circ/s$  la fuerza resistencia.

- *Lesiones deportivas de rodilla*, se define como un accidente que impide al jugador participar en un partido o una sesión de entrenamiento. Se excluyen las lesiones que se producen al realizar otras actividades, evaluado por medio del registro estadístico, el concepto médico y el concepto del jugador.

De esta manera, las siguientes hipótesis para el estudio de investigación se verificaron a través de la prueba Chi cuadrado de independencia con un nivel de significancia de 0.05 y el Odds Ratio para establecer el riesgo relativo.

HE1: El imbalance muscular en la fuerza muscular de flexo-extensores de rodilla, constituye un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y/o ligamentarias en MMII de futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá.

Ho: El imbalance muscular en la fuerza muscular de flexo-extensores de rodilla, no constituye un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y/o ligamentarias en MMII de futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá.

## **Método**

### **Tipo de Diseño**

Es un estudio observacional analítico, tipo casos y controles. Según Hennekens y Buring (1987) “el estudio de casos y controles se puede definir como un diseño observacional analítico en el cual los sujetos son seleccionados sobre la base de la presencia de una enfermedad (casos) o no (controles) y, posteriormente se compara la exposición de cada uno de estos grupos a uno o más factores o características de interés”. (p.167).

### **Participantes**

Finalmente, los participantes fueron 44 futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá inscritos a los clubes deportivos Millonarios y Santa Fe, 23 y 21 respectivamente, a los cuales se les realizó una valoración de fuerza muscular de Rodilla en el servicio de fisioterapia (Centro de Servicios Biomédicos), durante el primer bimestre del año 2000 (Santa Fe) y 2001 (Millonarios), por medio del dinamómetro isocinético (Cybex). Con base en el resultado del análisis de la recolección de datos, se seleccionó el grupo de casos 25 futbolistas lesionados y el grupo de controles 19 futbolistas no lesionados. Las edades de los participantes oscilaban entre los 18 y 33 años con un promedio de edad de 24,2 años (Apéndice F). La mayoría de los futbolistas ocupaban la posición de delanteros en el campo de juego con un porcentaje del 34.09 % seguido por el de Volante con un 25% (Apéndice G). Los delanteros mostraron una mayor incidencia de lesión con un porcentaje del 18.1%, seguido por los volantes con un porcentaje de 13.6%. De los 44 futbolistas el 53.8% presentaron lesión y el 43.1% no presentaron . Las lesiones con mayor incidencia fueron la Isquialgia y la Tendinitis con un porcentaje del 16.6%, en segundo lugar las contracturas y distensiones del Ligamento Colateral Medial (LCM) con el 14.2% y en tercer lugar las rupturas y esguinces de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) y los desgarros

musculares con un 7.1%, las demás lesiones aparecen de manera variada (Figura 5). Se pudo establecer que el porcentaje de futbolistas que presentaron Imbalance Muscular a velocidad angular de 60°/s fue de 54.5%, a velocidad de 180°/s fue de 52.3% y a 300°/s de 47.7%. El miembro que con mayor frecuencia sufrió imbalance muscular fue el miembro inferior derecho con un porcentaje de 66.67% para la velocidad de 60°/s, de 78.3% para la velocidad de 180°/s y de 86.9% para la velocidad de 300°/s. (Apéndice H). Se encontró adicionalmente, que el 34.1% de los jugadores presentaban un antecedente de lesión de los cuales el 66.7% presentó imbalance muscular a una velocidad de 60°/s y un 80% de ellos sufrió una lesión deportiva (Apéndice O). De acuerdo con estos resultados se puede llegar a pensar que el antecedente de lesión puede constituir un posible factor de riesgo para lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales.

Las lesiones se presentaron con mayor incidencia en el mes de Noviembre, con un porcentaje del 15.9, en el mes de Julio con un 13.6% y en igual proporción para los meses de Enero, Junio y Diciembre con un porcentaje de 9.01.

### **Instrumentos**

El instrumento principal utilizado, base de este estudio, fueron las evaluaciones isocinéticas de cada jugador (44 evaluaciones), pertenecientes a los clubes deportivos Santa Fe y Millonarios, de los años 2000 y 2001 respectivamente. Las evaluaciones fueron aportadas por el Centro de Servicios Biomédicos del Centro de Alto Rendimiento, información autorizada por la institución, las cuales se encontraban en la Historia Clínica de cada futbolista, en los archivos de este servicio. Cada evaluación consta de: nombre del paciente, tipo de reporte (unilateral o bilateral), articulación y grupo muscular (rodilla, flexores-extensores), acción (flexión – extensión), fecha del reporte (día, mes, año) y peso corporal (Kilogramo- kg). Dentro de la evaluación isocinética se encuentra una gráfica que

ilustra el resultado del proceso evaluativo a una velocidad de 60°/s. La gráfica se efectúa sobre un plano cartesiano en donde el eje X representa el ángulo de posición articular (grados, °) y el eje Y representa el torque (Newton- metro, Nm), de acuerdo a la variación y/o asimetría de las curvas se puede determinar subjetivamente la presencia de alteración o no. Los datos de medición obtenidos en la evaluación isocinética se desarrollan a diferentes pruebas de velocidad angular y de repetición de movimiento a evaluar (60°/s para fuerza máxima “5 repeticiones”, 180°/s para fuerza rápida “5 repeticiones” y 300°/s para fuerza resistencia “30 repeticiones”). Los parámetros de medición para los grupos flexores y para los grupos extensores de rodilla bilateral son: torque pico (Newton- metro, Nm), torque pico en relación al peso corporal (porcentaje, %), ángulo de pico torque (grados, °), trabajo total (Joule, J), trabajo total con relación al peso corporal (porcentaje, %), promedio de potencia (Watts, W), promedio de potencia con relación al peso corporal (%), set de trabajo total. De los parámetros anteriormente nombrados, se tomaron para esta investigación los valores de Torque Pico tanto para flexores como extensores en las tres (3) velocidades de prueba.

Adicionalmente, se obtuvieron parámetros de medición de la relación flexores/extensores en una extremidad, dada en porcentaje (%), las mediciones son: Torque Pico, Trabajo total, Promedio de Potencia, Set de Trabajo Total y promedio de Rango de movimiento (°). En este caso, se tomó para el estudio el valor de Torque Pico cuyos datos determinan el imbalance en la relación mayor o menor de un miembro con respecto al otro en las tres (3) velocidades de prueba. (Apéndice A).

Los datos obtenidos de la evaluación isocinética fueron anotados en un formato de registro personal (Apéndice C) de cada futbolista. Adicionalmente, se anexaron a este formato todos los datos recolectados a lo largo del estudio. Previo a este análisis, se

tomaron los registros estadísticos de lesiones deportivas del médico Deportólogo perteneciente a cada Club, quien autorizó y asesoró el manejo de la información, para determinar los futbolistas lesionados (casos) y los no lesionados (controles). El resultado obtenido fue registrado en un formato de registro estadístico (Apéndice B). Con el fin de realizar una recolección de datos más completos, acerca de las lesiones, se utilizó un formato de encuesta médico (Apéndice D) dirigido a los médicos deportólogos (quienes suministraron el concepto médico del proceso o no de lesión de cada jugador). A algunos futbolistas, objeto de estudio, se les aplicó el formato de encuesta jugador (Apéndice E). La encuesta se aplicó a cada médico por medio de una entrevista personal y a cada jugador de igual manera o por medio de acceso telefónico.

### **Procedimientos**

1. Planteamiento
2. Realización de una revisión bibliográfica completa de temas como Imbalance Muscular, Fuerza, Teoría Isocinética, Fútbol y lesiones deportivas de rodilla.
3. Diseño del proyecto teniendo en cuenta un cronograma de actividades que permitió destinar tiempo para la investigación teórica y tiempo para la recolección y análisis de los datos necesarios para el desarrollo del estudio.
4. Recolección de datos: para comenzar el estudio se realizó una revisión de las Historias Clínicas de los futbolistas profesionales de los Clubes deportivos Millonarios y Santa Fe, las cuales fueron aportadas por el Centro de Servicios Biomédicos del Centro de Alto Rendimiento y las cuales se encontraban en los archivos de este servicio. En la revisión se determinó la existencia o no de la evaluación isocinética y se obtuvieron los datos personales de cada jugador los cuales se registraron como encabezados de cada formato. Posteriormente, se revisaron las estadísticas de lesiones deportivas de cada Club,

en donde se encontraba consignado el diagnóstico final de la lesión deportiva del jugador, esta revisión tuvo como fin determinar el grupo de casos y el grupo de controles, estos datos se registraron en el formato de registro estadístico. Luego de esta revisión se obtuvieron las evaluaciones isocinéticas de cada jugador, las cuales se analizaron para determinar si existía o no un imbalance muscular. El análisis se realizó en base a la relación agonista/antagonista, donde la normalidad entre el grupo de extensores/flexores es de 3:2 en futbolistas. Esta relación se describe como el resultado del cociente para el valor normativo en una proporción de 66% entre la fuerza de los grupos musculares isquiotibiales (flexores) y cuádriceps (extensores). En el Centro de Servicios Biomédicos, los promedios establecidos, basados en estudios previos, para la relación flexoextensora de rodilla consistieron en: 60.15% para la velocidad de 60°/s con una desviación estándar de 10; 63.77% para la velocidad de 180°/s con una desviación estándar de 11 y 63.33% para la velocidad de 300°/s con una desviación estándar de 13. A razón de lo anterior los rangos normativos utilizados, en este estudio, para determinar el Imbalance muscular fueron:  $\geq 50.1$  a  $\leq 70.1\%$  para la velocidad de 60°/s;  $\geq 52.7$  a  $\leq 74.7\%$  para una velocidad de 180°/s y  $\geq 50.3$  a  $\leq 76.3\%$  para una velocidad de 300°/s.

Un valor inferior o superior al porcentaje normal indica imbalance muscular. Estos análisis se realizaron en las tres velocidades de prueba (60°/s, 180°/s y 300°/s). La conclusión final de este análisis fue incluida en el formato de registro personal de cada jugador.

Después de analizar y determinar la presencia o ausencia de imbalances musculares en la evaluación isocinética de cada futbolista, se asistió a los clubes deportivos, con el fin de realizar una recolección de datos más completos, acerca de las lesiones. Se aplicó el

formato de encuesta dirigido a los médicos deportólogos (quienes suministraron el concepto médico del proceso o no de lesión de cada jugador) y, a algunos futbolistas, objeto de estudio, se les aplicó el formato de encuesta jugador. La encuesta se aplicó a cada médico por medio de una entrevista personal y a algunos jugadores de igual manera o por medio de acceso telefónico.

El procedimiento anterior fue aplicado a todos los participantes de la investigación, los cuales se clasificaron en futbolistas lesionados o no lesionados (grupo casos y grupo controles) y con la presencia o ausencia de imbalances musculares.

Para el procedimiento de análisis estadístico de los datos, en este estudio, se aplicaron dos pruebas estadísticas, la prueba Chi Cuadrado para determinar la dependencia o independencia entre las variables imbalance muscular y lesión deportiva con un nivel de significancia de 0.05, estas dos variables fueron analizadas en las velocidades de 60°/s, 180°/s y 300°/s. Adicionalmente, se calculó la Odds Ratio (OR) como indicador equivalente a riesgo relativo a las 3 velocidades de prueba. La Odds Ratio es definida como la probabilidad que un caso esté expuesto dividida por la probabilidad que un control este expuesto. La OR puede obtenerse multiplicando diagonalmente a través de la tabla Chi Cuadrado y después dividiendo estos productos cruzados. Si la frecuencia de exposición es mayor entre los casos la OR será superior a 1, lo que es indicativo de un mayor riesgo. Por consiguiente, cuanto más clara sea la asociación entre la exposición y la enfermedad, mayor será la OR. Por el contrario, si la frecuencia de exposición es menor entre los casos, la OR será inferior a 1 lo que indicará una protección.

5. Análisis de resultados.
6. Discusión de resultados y Sugerencias.
7. Presentación del trabajo final.

## Resultados

A continuación se presentarán los resultados obtenidos en el estudio. Tras el análisis de la relación de los grupos musculares flexores y extensores de rodilla en las evaluaciones isocinéticas se pudo establecer que el porcentaje de futbolistas que presentaron Imbalance Muscular a velocidad angular de 60°/s fue de 54.5%, a velocidad de 180°/s fue de 52.3% y a 300°/s de 47.7% . (Figura 3).

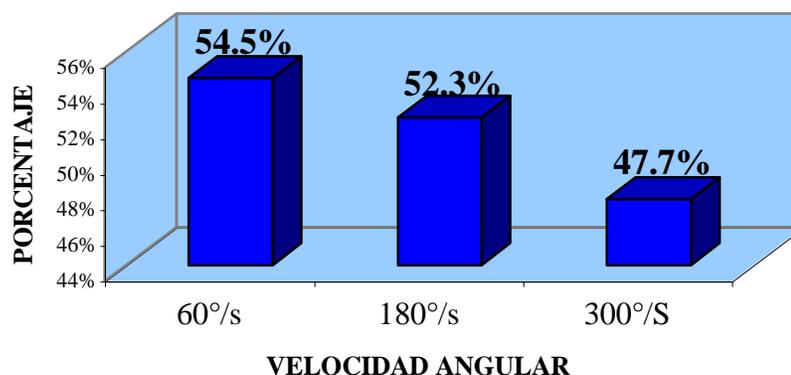


Figura 3. Imbalance Muscular en las Tres Velocidades Angulares de Prueba

En este estudio realizado con un grupo de futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá, inscritos a los clubes deportivos Millonarios y Santa Fe, Se encontró que de los 44 futbolistas el 53.8% presentaron lesión de rodilla y el 43.1% no presentó lesión. (Figura 4).

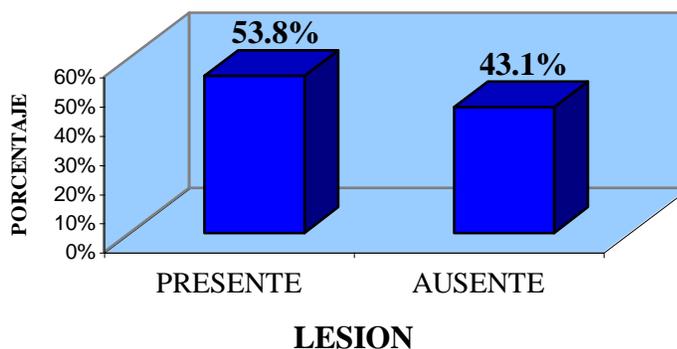


Figura 4. Futbolistas Lesionados y No Lesionados

Las lesiones con mayor incidencia fueron la Isquialgia y la Tendinitis con un porcentaje del 16.6%, en segundo lugar las contracturas y distensiones del Ligamento Colateral Medial (LCM) con el 14.2% y en tercer lugar las rupturas y esguinces de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) y los desgarros musculares con un 7.1%, las demás lesiones aparecieron de manera variada. Estos datos están representados en la Figura 5.

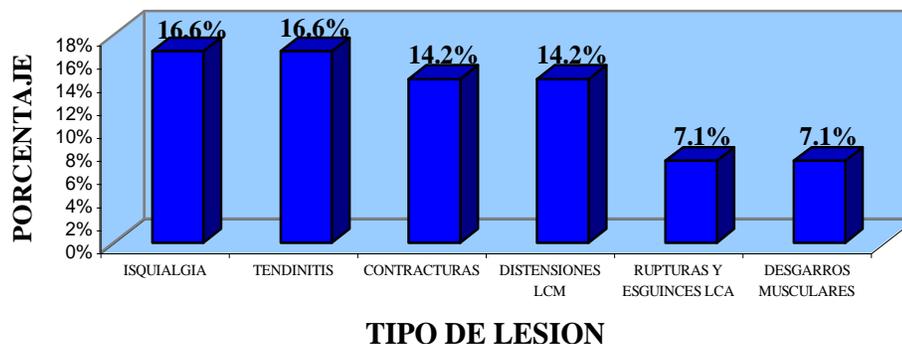


Figura 5. Frecuencia de Lesiones Deportivas

En el Apéndice I y J se presentan los valores absolutos recopilados a lo largo de todo el estudio, cuyos datos fueron necesarios para los posteriores análisis.

Para determinar la dependencia o independencia entre las variables imbalance muscular y lesión deportiva, se aplicó la prueba Chi Cuadrado con una significancia de 0.05 (Apéndice K, L y M). Adicionalmente, se calculó la Odds Ratio (OR) como indicador equivalente a riesgo relativo. Estas pruebas se calcularon para velocidades de 60°/s, 180°/s y 300°/s, tal como está especificado en la definición de las variables.

Para la velocidad de 60°/s los datos son:

Tabla 3. Resultados para la velocidad de 60°/s

<b>Imbalance Muscular</b>	<b>LESIÓN</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Total</b>
<b>SI</b>	15	9	24
<b>NO</b>	10	10	20
<b>Total</b>	25	19	<b>N=44</b>

De acuerdo con la distribución descrita en la Tabla 3, se observó un OR de 1.67 y por ser ligeramente mayor a uno (>1) se sugiere que el imbalance muscular es más frecuente en los futbolistas lesionados en comparación con los no lesionados. Adicionalmente, la prueba Chi Cuadrado mostró como resultado una probabilidad (p) de 0.40 que por ser mayor a 0.05 no es significativa, lo cual indica independencia entre imbalance muscular y lesión deportiva.

Para la velocidad de 180°/s los datos son:

Tabla 4. Resultados para la velocidad de 180°/s

<b>Imbalance Muscular</b>	<b>LESIÓN</b>		<b>Total</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b>SI</b>	13	10	23
<b>NO</b>	12	9	21
<b>Total</b>	25	19	<b>N= 44</b>

En la Tabla 4, se observó un OR de 0.97 y por ser menor a uno (<1) puede afirmarse que el imbalance muscular no es un factor de riesgo para lesión deportiva. Adicionalmente, la prueba Chi Cuadrado mostró como resultado una p de 0.97 que por ser mayor a 0.05 no es significativa, lo cual indica independencia entre imbalance muscular y lesión deportiva.

Para la velocidad de 300°/s los datos son:

Tabla 5. Resultados para la velocidad de 300°/s

<b>Imbalance Muscular</b>	<b>LESIÓN</b>		<b>Total</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
<b>SI</b>	13	10	23
<b>NO</b>	12	9	21
<b>Total</b>	25	19	<b>N= 44</b>

En la Tabla 5, se observó un OR de 0.97 y por ser menor a uno (<1) puede afirmarse que el imbalance muscular no es un factor de riesgo para lesión deportiva. Adicionalmente,

la prueba Chi Cuadrado mostró como resultado una  $p$  de 0.97 que por ser mayor a 0.05 no es significativa, lo cual indica independencia entre imbalance muscular y lesión deportiva.

Estos valores demuestran entonces, que la lesión deportiva es independiente del imbalance muscular, por lo tanto, se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ). Determinando así en este estudio, que el Imbalance Muscular no es un factor de riesgo para lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá y no existe asociación entre estas dos variables.

## Discusión

La literatura ofrece una amplia gama de velocidades de prueba para las evaluaciones isocinética de las extremidades inferiores. La relación entre los extensores de la rodilla y sus flexores se modifica a medida que aumenta la velocidad. Por regla general los 60°/s se han utilizado como principal velocidad de prueba para la evaluación isocinética concéntrica. La proporción isquiotibiales/cuadriceps es la mas analizada. Históricamente en base a pruebas realizadas en Cybex se describe como valor normativo una proporción del 66% (relación 3:2) entre los isquiotibiales y cuadriceps a una velocidad de 60°/s, donde es posible evaluar la fuerza máxima sin generar estrés a nivel de la articulación de rodilla. En el estudio realizado por Orchard, J. Marsden, J. y Lord, S (1997), también sugieren que las medidas de Torque Pico a velocidades de 60°/s proveen mayor información en términos de predicción de lesión para este grupo en comparación a velocidades más altas. Esta observación apoya el protocolo de Heiser y Col, quien usó la relación Hamstring 60: Cuadriceps 60, menor que 0.60 para prescribir un programa de entrenamiento de fuerza muscular de Hamstring para las escuelas de futbol. Estudios previos han sido inconclusos con respecto a la mejor velocidad para la prueba, Jonhagen sugirió velocidades más bajas y otros sugirieron velocidades 180°/s o más rápidas.

También es posible evaluar la fuerza explosiva o rápida a una velocidad de 180°/s; en un estudio realizado por Oberg (1986) en futbolistas activos de sexo masculino entre la edad de 24 y 26 años, planteó una proporción isquiotibiales/cuadriceps en la pierna dominante de 0.75% a una velocidad de 180°/s. De igual manera a velocidades de 300°/s se han establecido rangos de proporción de flexores y extensores entre 80-85%.

En un estudio realizado en Colombia por el Centro de Servicios Biomédicos, Coldeportes Nacional, titulado “ Determinación de los valores de fuerza de flexoextensores de rodilla en deportistas evaluados mediante el método isocinético en el Centro de Servicios Biomédicos, Coldeportes Nacional”, en el cual participaron 1381 deportistas pertenecientes a selecciones nacionales y diferentes ligas deportivas, se tomaron 574 futbolistas de los cuales 265 pertenecían a la Liga de Mayores. En el análisis de las evaluaciones comprendidas entre 1998 y 2001 se establecieron promedios normativos de acuerdo con los datos obtenidos en la evaluación. Los porcentajes establecidos para la relación flexoextensora fueron: 60.15% para la velocidad de 60°/s con una desviación estándar de 10; 63.77% para la velocidad de 180°/s con una desviación estándar de 11 y 63.33% para la velocidad de 300°/s con una desviación estándar de 13. A razón de lo anterior los rangos normativos utilizados, en este estudio, para determinar el Imbalance muscular fueron:  $\geq 50.1$  a  $\leq 70.1\%$  para la velocidad de 60°/s;  $\geq 52.7$  a  $\leq 74.7\%$  para una velocidad de 180°/s y  $\geq 50.3$  a  $\leq 76.3\%$  para una velocidad de 300°/s.

Fue por esta razón que el imbalance muscular fue medido principalmente a una velocidad de 60°/s, con un rango de  $\geq 50.1$  a  $\leq 70.1\%$  en donde es posible realmente evaluar la fuerza máxima y donde se mantiene la relación extensores-flexores de rodilla 3:2 contrario a las otras dos velocidades (180°/s y 300°/s) en donde varia esta relación, llegando a una proporción semejante entre la relación de los dos grupos musculares. Basado en los anteriores estudios y en los resultados obtenidos en este trabajo se encontró la presencia de Imbalance muscular para las tres velocidades angulares de prueba, sin embargo, el mayor porcentaje de imbalance muscular se presentó a velocidad de 60°/s, confirmando así, que a esta velocidad es posible obtener mayor información en términos

de predicción de imbalance muscular, para este grupo de futbolistas, en comparación a velocidades más altas.

Con respecto a las lesiones deportivas en rodilla, se encontró que las lesiones músculo tendinosas presentaron mayor incidencia seguidas por las lesiones ligamentarias, confirmando así, con base en los resultados de este estudio, que las lesiones más comunes en la práctica del fútbol son de este tipo. Así como, Tucker, A. M. (1997) reportó que “las lesiones músculo-esqueléticas son las lesiones que comúnmente afectan la extremidad inferior, incluyendo las contusiones, desgarros músculo-tendinosos agudos y crónicos y lesiones ligamentarias de rodilla y cuello de pie”.

De acuerdo con el análisis en este estudio se demostró que los futbolistas lesionados no presentaron imbalance muscular con una frecuencia significativa menor que los futbolistas no lesionados, tal como lo afirman, Kramers de Quervain, I. y cols. (1997), quienes en un estudio realizado en Alemania mostraron en sus resultados una bases no sólidas para el argumento en el cual se interpreta al “ imbalance muscular como una causa de inestabilidad patelar y tensiones de importancia en las estructuras pasivas de la articulación”.

El análisis de los datos obtenidos a las velocidades angulares revelan que el imbalance muscular no es un factor de riesgo para lesiones deportivas en rodilla. Aunque el imbalance muscular no se puede reconocer como un factor de riesgo único para una lesión deportiva en rodilla, debido a que esta lesión se ve influenciada por otros factores que parecen contribuir a su elevado número. Con respecto a estos factores de riesgo encontramos unos factores inherentes al futbolista (factores intrínsecos), los cuales son difícilmente cuantificables pero representan un elemento clave en la prevención de los mecanismos de las lesiones de la rodilla. Entre los factores de riesgo más relevantes

encontramos: la edad, el acondicionamiento físico, la flexibilidad, la coordinación, la propiocepción y la estabilidad articular. Con respecto a la flexibilidad, factor no controlado en nuestro estudio, se considera que puede llegar a presentar un gran sesgo en la etiología de las lesiones deportivas debido a que la presencia o ausencia de retracciones influye en gran medida en el desenlace de una lesión. Por ello, se sugiere ser tomada en cuenta en estudios relacionados con los factores de riesgo para lesiones deportivas. Con respecto a aquellos factores que son totalmente externos al futbolista (factores extrínsecos), se encuentran la superficie de juego, las reglas, el equipamiento y cargas que se producen durante la práctica de juego. Además de los factores intrínseco y extrínsecos de los que se han mencionado anteriormente, hay otros factores de riesgo que se “adquieren” a lo largo de la carrera del deportista y que pueden provocar lesiones de la rodilla, entre ellos se destacan la experiencia técnica y habilidad, el entrenamiento técnico y la posición del jugador en el terreno de juego. Al igual que la presencia de antecedentes de lesión y una rehabilitación deficiente y/o inadecuada. Aunque alguno de los factores que hemos enumerados no pueden ser controlados (por ejemplo la edad, sexo) otros si, en particular el entrenamiento integral mejora la fuerza, la potencia, el equilibrio muscular, la resistencia, la flexibilidad de los deportistas. La coordinación y la propiocepción suele mejorar repitiendo ejercicios específicos. Por lo tanto se hace evidente la importancia de incrementar programas que se ejecuten durante el entrenamiento ya que constituyen un elemento clave en la prevención de posibles lesiones.

Al no encontrar ningún valor de OR estadísticamente significativo en los rangos de relación de flexoextensores entre  $\geq 50.1$  a  $\leq 70.1\%$  para una velocidad de  $60^\circ/s$  para la definición de Imbalance muscular adoptado con base en la literatura y el estudio del Centro

de Servicios Biomédicos se analizaron otros posibles rangos de normalidad para la relación flexoextensores (50- 60%; 60-70%; 65-75%; 70-80%) y a pesar de este análisis estadístico no se encontraron valores de OR significativos para el Imbalance Muscular (Apéndice N).

Uno de los pasos establecidos en el procedimiento fue el de entrevistar a los jugadores de los diferentes clubes, de los cuales solo fueron entrevistados 12 de ellos (27.2%) muestra no significativa para esta investigación. Un porcentaje del 72.7% fue el total de jugadores no entrevistados, debido a diversas razones tales como: el 22.7% de los jugadores se encontraban fuera del país y el 50% de los jugadores se encontraban en diferentes equipos deportivos a nivel nacional. Adicionalmente, cada jugador entrevistado, no especificaba o no tenía conocimiento alguno de las lesiones sufridas durante el año indagado. Es por ello, que este procedimiento no brindó datos claros y confiables acerca de las lesiones.

Otro factor que pudo llegar a influir en el proceso de lesión deportiva de los futbolistas fue la sobrecarga deportiva. Se encontró que el 15.9% de los jugadores pertenecía a dos categorías deportivas que le implicaban un entrenamiento y competición doble en comparación con otros jugadores, lo cual originaba una mayor predisposición a sufrir una lesión.

Frente al número de participantes, uno de los 44 sujetos tuvo menor predisposición a sufrir una lesión ya que la carga deportiva fue disminuida debido a que el futbolista sufría un síndrome convulsivo por malformación cavernosa que le impedía estar al mismo nivel competitivo en comparación con los otros futbolistas.

Se encontró adicionalmente, que un porcentaje mínimo de los jugadores presentaron un antecedente de lesión de los cuales la mayoría tuvieron imbalance muscular a una velocidad de 60°/s y sufrieron una lesión deportiva posterior (Apéndice O). De acuerdo

con estos resultados se puede llegar a pensar que el antecedente de lesión puede constituir un posible factor de riesgo para lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales.

Las lesiones se presentaron con mayor incidencia en los meses de Noviembre y Julio seguidos por los meses de Enero, Junio y Diciembre. Es posible que las lesiones se incrementen en el mes de Noviembre, ya que los jugadores están culminando la temporada, y por ello existe una exigencia física máxima por parte del equipo técnico como del propio jugador, lo cual lo hace más susceptibles a sufrir lesiones.

En el inicio de este estudio, los investigadores, no percibieron la importancia de tener en cuenta como factor influyente la dominancia del jugador y por ello, no fue incluido dentro de los instrumentos de trabajo. Posterior a la recopilación y análisis de los datos se apreció la importancia de la dominancia pédica del jugador debido a que el lado preferente del futbolista puede tener relación directa con la presencia del imbalance muscular.

Durante el procedimiento de este estudio se presentaron algunas limitaciones como:

- No se pudo aplicar la encuesta “Jugador” a todos los participantes por ausencia de estos en la ciudad de Bogotá, ya que en cada equipo deportivo se realizó un cambio en la nómina de jugadores, de igual manera la mayoría de estos futbolistas se integraron a equipos deportivos nacionales y extranjeros, de quienes no se obtuvieron los datos personales necesarios para poderlos localizar y aplicar este procedimiento.
- No fue posible establecer claramente los factores de riesgo, mencionados anteriormente, que pueden influir en el mecanismo de producción para una lesión deportiva. Ya que los datos referentes al suceso de la lesión no fueron especificados y por ello, no se podía identificar con certeza cual de todos los factores (internos o externos) influía directamente en este proceso de lesión.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

Dentro de los principales hallazgos de la investigación se encontró que de los 44 futbolistas se encontró que el 53.8% presentaron lesión y el 43.1% no presentaron. Las lesiones con mayor incidencia fueron las lesiones músculo-tendinosas seguidas por las lesiones ligamentarias, las demás lesiones aparecieron de manera variada.

En este grupo de futbolistas, el imbalance muscular considerado como el desequilibrio entre la fuerza de los grupos musculares extensores y flexores, cuya proporción normativa ha sido establecida como 3:2 con un rango de relación  $:\geq 50.1$  a  $\leq 70.1\%$ . Con este rango, se estableció que el porcentaje de futbolistas que presentaron Imbalance Muscular a velocidad angular de  $60^\circ/s$  fue de 54.5%, a  $180^\circ/s$  de 52.3% y a  $300^\circ/s$  de 47.7%. El miembro que con mayor frecuencia sufrió imbalance muscular fue el miembro inferior derecho con un porcentaje de 29.5% para la velocidad de  $60^\circ/s$ , de 25% para la velocidad de  $180^\circ/s$  y de 27.3% para la velocidad de  $300^\circ/s$ . En base a los resultados obtenidos a través del análisis estadísticos, en esta investigación, se pudo demostrar que el Imbalance muscular no es un factor de riesgo para lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias de rodilla en futbolistas profesionales de la ciudad de Bogotá.

De acuerdo a los planteamientos anteriores se recomienda para posteriores estudios:

- Poder analizar, si el imbalance muscular en el miembro inferior coincide con la dominancia del jugador y de esta manera establecer sí a pesar de la lateralidad se presenta imbalance en la pierna dominante o en la contralateral.
- Incluir el análisis de la totalidad de las lesiones de todo el miembro inferior (Cadera, Rodilla, Cuello de Pie y Pie) de los jugadores de fútbol, ya que, según la literatura, un

Imbalance muscular de rodilla puede tener implicación indirecta sobre otro segmento del miembro inferior. Tal como lo sugiere Knapick y Cols, quienes mostraron que “los imbalances en la fuerza y flexibilidad fueron prospectivamente asociados con las lesiones de MMII en general, pero no específicamente con el grupo muscular donde el imbalance fue encontrado”.

- Con respecto a la flexibilidad, factor no controlado en este estudio, se considera que puede llegar a presentar un gran sesgo en la etiología de las lesiones deportivas debido a que la presencia o ausencia de retracciones puede influir en gran medida en el desenlace de una lesión. Por ello, se recomienda ser tomada en cuenta en estudios relacionados con los factores de riesgo para lesiones deportivas.
- A pesar que la muestra se consideró significativa, sería importante ampliarla con el fin de lograr resultados más confiables y válidos que permitan ser generalizados a la población de jugadores de fútbol.
- Se recomienda realizar un estudio prospectivo con el fin de tener mayor control y seguimiento sobre las variables planteadas y otras adicionales que surjan en una nueva investigación.

Con el desarrollo de este trabajo se hace evidente la importancia de la investigación y búsqueda de factores etiológicos para lesiones deportivas en el área de la Rehabilitación Deportiva, ya que es un campo donde hasta hoy, la presencia del fisioterapeuta es limitada a la atención de deportistas que afectados por una lesión buscan pronta rehabilitación, así, la investigación brindó un aporte al desarrollo de la fisioterapia logrando una posición clara e indispensable en el ámbito investigativo y preventivo en el deporte.

## Referencias

- Astrand, P. (1985). Fisiología del trabajo físico (2ª. Ed). Buenos Aires (Argentina): Panamericana S.A
- Ayala, J. (1989, Madrid 24-28). Ciencia y técnica del fútbol, La rodilla del futbolista como enfermedad profesional, Madrid (España).
- Barfield, W.R. (1998, Octubre). The biomechanics of kicking in soccer. Clinics in Sports Medicine: Soccer Injuries, 17, 711-728.
- Bocardo, I. (2000) Lesiones más comunes en el fútbol. Revista digital sobre entrenamiento deportivo DxT: Fútbol, 4, 209-232. Extraído Agosto 20, 2002 del World Wide Web:[http://www.uca.es/dept/didac\\_efpm/jamar/REVISTA-DIGITAL-DXT-FUTBOL/Cientifico4.htm](http://www.uca.es/dept/didac_efpm/jamar/REVISTA-DIGITAL-DXT-FUTBOL/Cientifico4.htm)
- Bosco, C. (2000). La fuerza muscular: Aspectos metodológicos (1ªEd). Madrid (España): Inde.
- Bosco, C. (1994). La valoración de la fuerza en el test bosco (2ª. Ed). Barcelona (España): Paidotribo.
- Bylak, J. & Hutchinson, M.R. (1998, Agosto). Common sports injuries in young tennis players. Sports Medicine, 26, 119-132.
- Company, J. (1993). Fitness: Teoría y práctica. (1a. Ed.). Barcelona (España): Scriba.
- Duncan, J. Dougall, M. (1998). Evaluación fisiológica del deportista (1a. Ed). Barcelona (España): Paidotribo
- Erichsen, O. A., Thiele, E., Osiecki, R., Bittencourt, L.R., Gómes, A.C. (2001, Octubre) Vida activa para un nuevo milenio: Relación entre músculos extensores y flexores

de rodilla en jugadores de fútbol. XXIV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DEL DEPORTE.

Escobar, E. (2000). La rodilla en el deporte. (2a. Ed.). Madrid (España): Gymnos editorial deportiva.

Feldbrin, Z., Gilai, A. N., Ezra, E., Khermosh, O., Kramer, U., Wientroub, S. (1995, July). Muscle imbalance in the aetiology of idiopathic club foot: An electromyographic study. Journal Bone Joint Surgery, *77 (4)*, 596-601.

Ferreira, J. F. (1999). Fútbol: estructura y dinámica del juego (1a. Ed.). Barcelona (España): Inde.

Fox, E.L. (1993). Fisiología del deporte (1ª. Ed). Buenos Aires (Argentina): Medica Panamericana S.A

García, J. M., Navarro, M., Ruiz, J. A. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte (1a. Ed.). España: Gymnos.

Gould III, J. A. (1990). Orthopaedic and sports: Physical therapy. (2a. Ed.). St Louis, Missouri (United states of America): Mosby Company.

Hinrichs, W.H. (1995). Lesiones deportivas (1a. Ed). Barcelona (España): Hispana Europea S.A.

Kramers de Quervain, I. A., Biedert, R., Stussi, E. (1997). Quantitative gait analysis in patients with medial patellar instability following lateral retinacular release. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, *5 (2)*, 95-101.

Kriellaars, D. & Massey, K. (2000). Strength maps: Evaluation of neuromuscular performance using dynamometry. Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America: Exercise Technologies, *9:4*, 563-580.

Kulund, D. N. (1986). Lesiones del deportista (3a. Ed.). Barcelona (España): Salvat Editores.

Lacuesta, F. (1997). Tratado de fútbol: Técnica, acciones del juego, estrategia y táctica (1a. Ed.). Madrid (España): Gymnos.

Lossifidou, A. N. (2000). Inertial effects on moment development during isokinetic concentric knee extension testing. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 30:6, 317-327

Mombaerts, E. (2000). Fútbol: del análisis del juego a la formación del jugador (1a. Ed.). Barcelona (España): Inde.

Nicholas, S. J. & Tyler, T. F. (2002). Adductor muscle strains in sport. Sports Medicine, 32:5, 339-344.

Oechard, J. W. (2001). Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. The American Journal of Sports Medicine, 29:3, 300-304.

Orchard, J. Marsden, J. Lord, S & Garlick, D. (1997). Preseason Hamstring Muscle Weakness Associated with Hamstring Muscle Injury in Australian Footballers. The American Journal of Sports Medicine, 25:1, 81-85.

Perrin, D.H. (1994). Isocinética: Ejercicios y evaluación (1a. Ed.). Barcelona (España): Bellaterra.

Pfeiffer, R. P. & Mangus, B. (2000). Las lesiones deportivas. (1a. Ed.). España: Paidotribo.

Pretince, W. E. (2002). Medicina deportiva: Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva (2a. Ed.). Barcelona (España): Paidotribo.

Publicación de la Comisión médica del coi en colaboración con la federación internacional de medicina deportiva. (2000). Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas (1a. Ed.). España: Paidotribo

Ruiz, A., Gómez, C., Londoño, D. (2001). Investigación clínica: Epidemiología clínica aplicada (1ª. Ed.). Bogotá (Colombia): Centro editorial Javeriano.

Smith, A & Stanley, S. (1995, Julio). Knee injuries in young athletes. Clinics in Sports Medicine: The young athletes, 14, 629-650

Tucker, A. M. (1997, January). Common Soccer Injuries. Diagnosis, treatment and rehabilitation. Sports Medicine, 23 (1), 21-32.

Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J. & McHugh, M. P. (2001). The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. . The American Journal of Sports Medicine, 29, 124-127.

Watson, A. W. S. (2001). Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects, and previous injury, in high-level players of body contact sports. Journal Sports Medicine, 22, 222-225

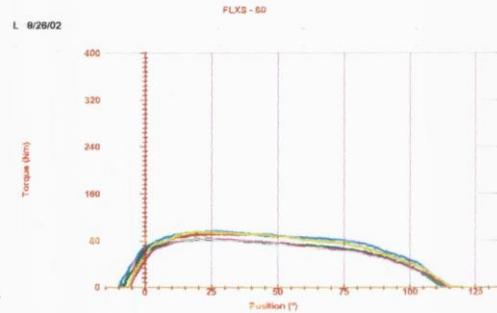
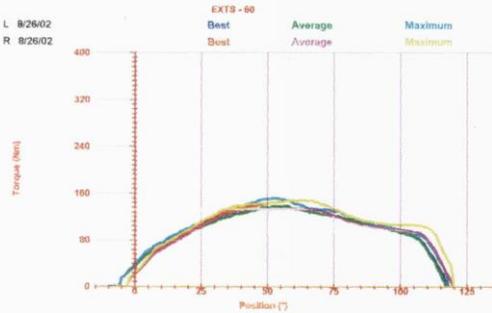
## **APÉNDICES**

APÉNDICE A

EVALUACIÓN ISOCINETICA

Facility Name:  
 Patient Name:  
 Report Type: Isokinetic Short Bilateral  
 Muscle Group: CON/CON  
 DAP/Action: 0101 Knee Extension/Flexion CON/CON

CYBEX Evaluation  
 Patient ID: 86055300  
 Report Date: August 27, 2002  
 Body Weight (Kg): 63.00



	Left			Right			Deficit		
	63.00	13.00	8/26/02	63.00	12.00	8/26/02			
BW (Kg) / Max GET (Nm)									
Repetitions	5	5	30	5	5	30	5	5	30

**CONCENTRIC FLEXORS**

	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Speed (°/Sec)	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Peak Torque (Nm)	95	68	49	95	62	54	0%	8%	-10%
Peak Torque % BW	150.8%	107.9%	77.8%	150.8%	98.4%	85.7%			
Angle of Peak Torque	23°	16°	38°	18°	18°	39°			
Total Work (BWR) (Joule)	154	102	64	145	88	72	5%	13%	-12%
Total Work (BWR) % BW	244.9%	162.6%	101.8%	231.4%	141.0%	114.4%			
Avg Power (BWR) (Watts)	66.9	124.3	116.8	66.4	107.8	131.0	0.8%	13.3%	-12.2%
Avg Power (BWR) % BW	106.2%	197.4%	185.4%	105.3%	171.2%	208.0%			
Set Total Work	654	452	1,177	636	384	1,234	2%	14%	-4%

**CONCENTRIC EXTENSORS**

	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Speed (°/Sec)	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Peak Torque (Nm)	151	105	74	147	100	77	2%	4%	-4%
Peak Torque % BW	239.7%	166.7%	117.5%	233.3%	158.7%	122.2%			
Angle of Peak Torque	54°	58°	65°	65°	51°	64°			
Total Work (BWR) (Joule)	222	160	110	231	152	113	-3%	5%	-3%
Total Work (BWR) % BW	353.2%	255.5%	175.0%	367.0%	242.6%	180.9%			
Avg Power (BWR) (Watts)	96.4	195.3	200.9	100.3	198.8	159.6	-4.0%	-1.8%	20.5%
Avg Power (BWR) % BW	153.1%	310.1%	318.8%	159.2%	315.5%	253.3%			
Set Total Work	1,055	773	2,586	1,062	732	2,532	-0%	5%	2%

**CONCENTRIC FLEXORS / CONCENTRIC EXTENSORS**

	62.9%	64.8%	66.2%	64.6%	62.0%	70.1%
Peak Torque	62.9%	64.8%	66.2%	64.6%	62.0%	70.1%
Total Work (BWR)	69.4%	63.7%	58.1%	63.1%	58.1%	63.2%
Avg Power (BWR)	69.4%	63.7%	58.1%	66.2%	54.3%	82.1%
Set Total Work	62.0%	58.5%	45.5%	60.0%	52.5%	48.8%
Average ROM ( 128)	124°	126°	128°	124°	126°	126°



## APÉNDICE B

### FORMATO DE REGISTRO ESTADÍSTICO<sup>2</sup>

#### 1. DATOS PERSONALES

Nombres: \_\_\_\_\_ Apellidos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Club Deportivo: Millonarios ( ) Santa Fe ( )

Teléfono: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Posición en el campo de juego: \_\_\_\_\_ Edad deportiva: \_\_\_\_\_

Fecha de Evaluación isocinética: dd \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ aa \_\_\_\_\_

#### 2. LESIONES POSTERIORES A LA EVALUACIÓN ISOCINETICA

2.1. Sufrió una lesión de importancia posterior a la fecha de la evaluación?

SI ( ) NO ( ) CUAL? \_\_\_\_\_

2.2. En que fecha (día, mes y año) sufrió la lesión? \_\_\_\_\_

---

<sup>2</sup> Institución Universitaria Fundación Escuela Colombiana de Rehabilitación. Facultad de Fisioterapia. Piñeros A., Pineda Y., Garrido J. Formato de Encuesta. Bogotá. D.C. 2002



## APÉNDICE C

### FORMATO DEL REGISTRO PERSONAL<sup>3</sup>

#### 1. DATOS PERSONALES

Nombres: \_\_\_\_\_ Apellidos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Club Deportivo: Millonarios ( ) Santa Fe ( )

Teléfono: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Posición en el Campo de Juego: \_\_\_\_\_ Edad deportiva: \_\_\_\_\_

Fecha de Evaluación Isocinética: dd \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ aa \_\_\_\_\_

#### 2. RESULTADOS EVALUATIVOS

##### Musculatura flexora

	MII	MII	MII	MID	MID	MID	Déficit (%)	Déficit (%)	Déficit (%)
Velocidad (°/s)	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Torque Pico (Nm)									

##### Musculatura Extensora

	MII	MII	MII	MID	MID	MID	Déficit (%)	Déficit (%)	Déficit (%)
Velocidad (°/s)	60	180	300	60	180	300	60	180	300
Torque Pico (Nm)									

**Relación Flexores/Extensores**

	MII	MII	MII	MID	MID	MID
<b>Velocidad</b> (°/s)	<b>60</b>	<b>180</b>	<b>300</b>	<b>60</b>	<b>180</b>	<b>300</b>
<b>Torque Pico</b> (%)						

**Conclusión de la evaluación:**

**presencia de Imbalances ( ) Ausencia de Imbalances ( )**

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**3. Datos de lesión deportiva en rodilla posterior a la evaluación isocinética**

**Presente ( ) Ausente ( )**

**Diagnostico médico de la lesión:** \_\_\_\_\_

**Fecha de la lesión: dd \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ aa \_\_\_\_\_**

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**4. Conclusión Final:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**APÉNDICE D**  
**FORMATO DE CONCEPTO MEDICO**

**1. DATOS PERSONALES**

**Nombres:** \_\_\_\_\_ **Apellidos:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_ **Club Deportivo:** Millonarios ( ) Santa Fe ( )

**Teléfono:** \_\_\_\_\_ **Dirección:** \_\_\_\_\_

**Posición en el campo de juego:** \_\_\_\_\_ **Edad deportiva:** \_\_\_\_\_

**Fecha de Evaluación isocinética:** dd \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ aa \_\_\_\_\_

**2. ANTECEDENTES DE LESIÓN**

**2.1. El jugador sufrió una lesión de importancia anterior al año 2000 o 2001?**

SI ( ) NO ( ) CUAL? \_\_\_\_\_

Santa Fe: Lesión anterior al año 2000

Millonarios: Lesión anterior al año 2001

**2.2. El jugador asistió a un proceso de rehabilitación (Fisioterapia) posterior a la lesión?**

SI ( ) NO ( ) **Finalizó este?** SI ( ) NO ( )

**3. LESIONES POSTERIORES A LA EVALUACIÓN ISOCINETICA**

**3.1. El jugador sufrió una lesión de importancia posterior a la fecha de la evaluación?**

SI ( ) NO ( ) CUAL? \_\_\_\_\_

**3.2. En que fecha (día, mes y año) sufrió la lesión?** \_\_\_\_\_<sup>5</sup>

**3.3. Concepto Médico:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## APÉNDICE E

### FORMATO DE ENCUESTA JUGADOR

#### 1. DATOS PERSONALES

Nombres: \_\_\_\_\_ Apellidos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Club Deportivo: Millonarios ( ) Santa Fe ( )

Teléfono: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Posición en el campo de juego: \_\_\_\_\_ Edad deportiva: \_\_\_\_\_

Fecha de Evaluación isocinética: dd \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_ aa \_\_\_\_\_

#### 2. ANTECEDENTES DE LESIÓN

##### 2.1. Sufrió una lesión de importancia anterior al año 2000 o 2001?

SI ( ) NO ( ) CUAL? \_\_\_\_\_

Santa Fe: Lesión anterior al año 2000

Millonarios: Lesión anterior al año 2001

##### 2.2. Asistió a un proceso de rehabilitación (Fisioterapia) posterior a la lesión?

SI ( ) NO ( ) Finalizó este? SI ( ) NO ( )

#### 3. LESIONES POSTERIORES A LA EVALUACION ISOCINETICA

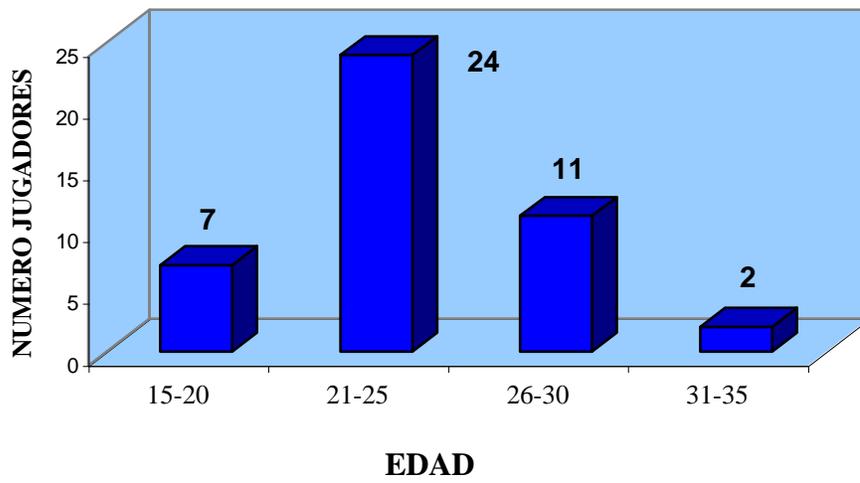
##### 3.1. Sufrió una lesión de importancia posterior a la fecha de la evaluación?

SI ( ) NO ( ) CUAL? \_\_\_\_\_

3.2. En que fecha (día, mes y año) sufrió la lesión? \_\_\_\_\_<sup>6</sup>

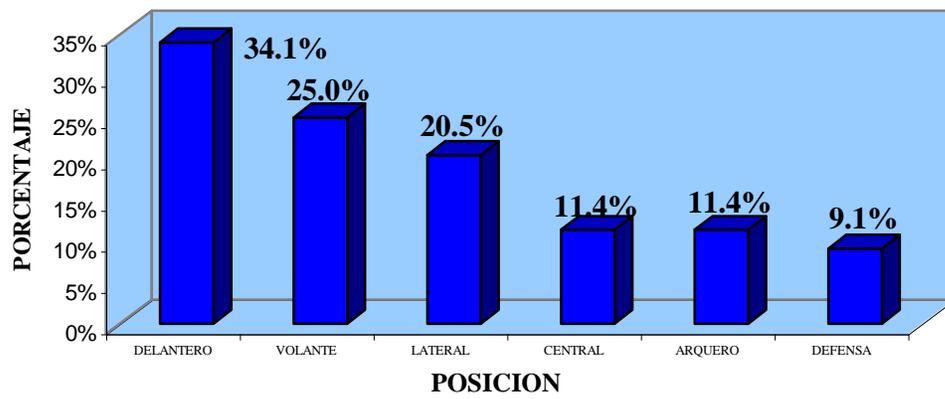
3.3 Concepto del jugador: \_\_\_\_\_

**APÉNDICE F**



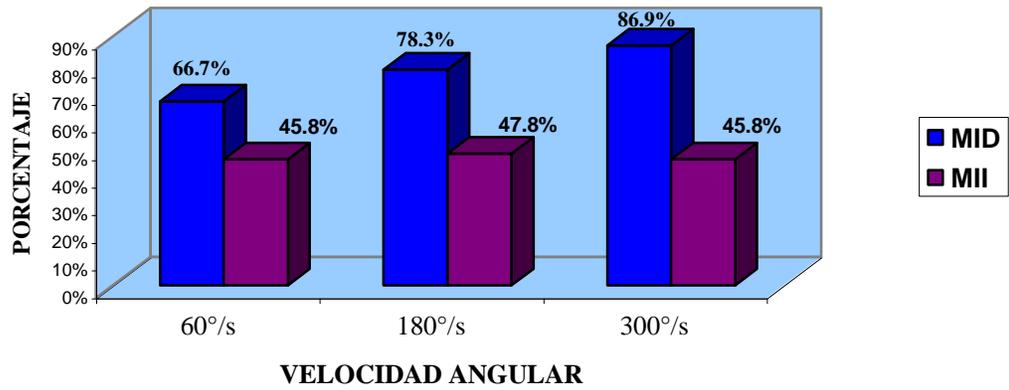
**Edad de los Futbolistas**

## APÉNDICE G



### Posición en el Campo de Juego

## APÉNDICE H



**APÉNDICES J,K,L,M,N,O**

**APÉNDICE P**

**PRESUPUESTO**

<b>Recursos Fisicos</b>	<b>Valor Unidad (\$)</b>	<b>Total Unidades</b>	<b>Valor Total</b>
Fotocopias	\$60	710	\$42.600=
<b>Gastos de Papelería</b>			
Resma de Hojas	\$9000	3	\$27.000=
Tinta de Impresión	\$25.000	2	\$50.000=
CD Room- diskette	\$1.500	7	\$10.500=
<b>Encuadernaciones</b>			
Argollado	\$3.000	5	\$15.000=
Pasta dura	\$12.000	3	\$36.000=
Gastos Internet y Medline			\$50.000=
<b>Llamadas Telefónicas:</b>			
Celular			
Local	\$900	45 minutos	\$40.500= \$100.000=
Transporte			\$300.000=
<b>TOTAL</b>			\$671.600=