



**VALORES DE REFERENCIA DE FUERZA ISOCINÉTICA A 60°/SEGUNDO DE
EXTENSORES Y FLEXORES DE RODILLA EN DEPORTISTAS DE SELECCIONES
COLOMBIA**

Investigador principal:

Dr. Camilo José Chiquito Freile

Asesores temáticos:

Dr. Gustavo Adolfo Castro

Dr. Mauricio Serrato

Asesores Metodológicos:

Dr. Alberto Lineros

Dr. Óscar Ortiz

Entidades colaboradoras: Centro de ciencias del deporte, Coldeportes.

Universidad el Bosque

Facultad de Medicina

Especialización en Medicina del Deporte y el Ejercicio

26 de noviembre de 2018

Universidad el Bosque

Facultad de Medicina

**VALORES DE REFERENCIA DE FUERZA ISOCINÉTICA A 60°/SEGUNDO DE
EXTENSORES Y FLEXORES DE RODILLA EN DEPORTISTAS DE SELECCIONES
COLOMBIA**

Entidades colaboradoras: Centro de ciencias del deporte, Coldeportes.

Investigación de Postgrado

Investigador principal:

Dr. Camilo José Chiquito Freile

Asesores temáticos:

Dr. Gustavo Castro

Dr. Mauricio Serrato

Asesores Metodológicos:

Dr. Alberto Lineros

Dr. Óscar Ortiz

Contenido

Resumen	9
Introducción	10
Marco conceptual	11
Valores de referencia: Bases epidemiológicas y estadísticas	11
Fuerza Isocinética: Bases Fisiológicas	12
Relación Fuerza-Velocidad	12
Efecto Gravitacional	13
Rango de movilidad articular (Campo cinético)	14
Prueba de dinamometría isocinética.....	15
Variables Isocinéticas	16
Confiabilidad y Reproducibilidad: Cybex Norm	18
Interpretación de los resultados	18
Diseño del protocolo de evaluación	19
Correlación de la dinamometría isocinética con pruebas funcionales.....	19
Aplicaciones en el Deporte	20
Prevención Primaria de lesiones osteomusculares	20
Prevención Secundaria: Rehabilitación	21
Entrenamiento Isocinético	21
Perfil de Fuerza Isocinética.....	22
Planteamiento del problema	24
Pregunta de investigación	25
Justificación	26
Objetivos	27
Objetivo general	27
Objetivos específicos	27
Propósito	28
Diseño metodológico	29
Tipo de estudio	29
Población y muestra	29
Lugar de estudio	29
Criterios de inclusión	29
Criterios de exclusión	29

Matriz de las variables	30
Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
Control de Sesgos	31
Aspectos éticos	33
Plan de tabulación y análisis.....	34
Organigrama.....	36
Cronograma.....	37
Presupuesto.....	38
Resultados.....	39
Participantes.....	39
Datos descriptivos	39
Resultados principales.....	40
Análisis por sexo – deporte	40
Análisis por sexo–grupos de edad	47
Discusión	56
Resultados Clave.....	56
Posibles mecanismos y explicaciones.....	57
Diferencias por sexo en fútbol.....	57
Diferencias por deporte en hombres	57
Diferencias por grupo de edad en mujeres futbolistas	57
Diferencias por grupo de edad en hombres de diferentes deportes.....	57
Comparación con otros estudios.....	58
Limitaciones: fuentes de sesgo e imprecisión	61
Interpretación global de los resultados.....	62
Generalización de los resultados: validez externa y aplicabilidad.	62
Conclusiones.....	64
Limitaciones y fortalezas del estudio	65
Limitaciones.....	65
Fortalezas	65
Bibliografía	67
Anexos	73
Anexo 1. <i>Diagrama de flujo para la obtención de valores de referencia. (Modificado de J. Ordoñez Llanos. Obtención de los Valores de Referencia. QUIMICA CLINICA 1983; 2(1):45-47.)(11)</i>	73

Anexo-2. Esquema del dinamómetro Cybex Norm (59).....	74
Anexo-3. Base de datos de fuerza isocinética de rodilla. (Centro de ciencias del deporte, Coldeportes, Bogotá, Colombia)	75
Anexo-4. Solicitud de información a la empresa CSMI (Control de sesgos).....	76
Anexo-5. Diagrama de flujo: participantes excluidos, no evaluados para elegibilidad y datos disponibles para el análisis.	77
Anexo-6. Tablas de resultados en deciles de valores de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) categorizados por sexo en fútbol y en hombres en diferentes deportes	78
Anexo-7. Tablas de resultados en deciles de valores asimetría muscular (%) y balance muscular (%) categorizados por sexo en fútbol y en hombres de diferentes deportes	83
Anexo-8. Tabla de resultados en deciles (n= > 30 sujetos) y cuartiles (n= < 30 sujetos). Valores de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) categorizados mujeres futbolistas-grupo edad y hombres total-grupo edad.....	88
Anexo-9. Tablas de resultados en deciles (n= > 30 sujetos) y cuartiles (n= < 30 sujetos). Valores de asimetría (%) y balance muscular (%) categorizados mujeres futbolistas-grupo edad y hombres total-grupo edad	94
Anexo-10. Resumen de artículos utilizados en la revisión bibliográfica utilizado en la comparación de la discusión. Artículos con enfoque de resultados acerca del torque pico absoluto y torque pico relativo	100
Anexo-11. Resumen de artículos utilizados en la revisión bibliográfica utilizado en la comparación de la discusión. Artículos con enfoque de resultados acerca de la asimetría muscular y balance muscular	103

Lista de tablas y figuras

Tablas

- **Tabla 1.** *Características demográficas de los participantes del estudio.*
- **Tabla-2.** *Valores de referencia de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) de los cuatro grupos musculares de rodilla categorizados por sexo en fútbol y en hombres de diferentes deportes.*
- **Tabla-3.** *Valores de referencia de asimetría muscular (flexor y extensor) (%) y balance muscular (derecho e izquierdo) (%) de rodilla categorizados por sexo en fútbol y en hombres de diferentes deportes.*
- **Tabla-4.** *Valores de referencia de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) de los cuatro grupos musculares de rodilla categorizados en mujeres futbolistas-grupo edad y en total de hombres-grupos de edad.*
- **Tabla-5.** *Valores de referencia de asimetría muscular (flexor y extensor) (%) y balance muscular (derecho e izquierdo) (%) de rodilla categorizado en mujeres futbolistas-grupo edad y en total de hombres-grupos de edad.*
- **Tabla-6.** *Resumen de la metodología de búsqueda de la revisión bibliográfica utilizada para la discusión.*

Figuras

- **Figura 1.** *Relación fuerza-velocidad: Preparado muscular animal in-vitro y carga muscular isocinética in-vivo.*

- **Figura 2.** Vectores de fuerza muscular (F_m) y fuerza gravitacional (F_g) durante la prueba isocinética de rodilla.
- **Figura 3.** Torque pico de flexores y extensores de rodilla a diferentes velocidades angulares.
- **Figura 4.** Diferencia de balance muscular de rodilla en hombres y mujeres al aumentar la velocidad angular.
- **Figura-5.** Valores de torque pico absoluto ($N\cdot m$) para cada grupo muscular de rodilla categorizados por sexo en fútbol.
- **Figura-6.** Valores de torque pico relativo ($N\cdot m/kg$) para cada grupo muscular de rodilla categorizados por sexo en fútbol.
- **Figura-7.** Valores de torque pico absoluto ($N\cdot m$) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizados por deporte.
- **Figura-8.** Valores de torque pico relativo ($N\cdot m/kg$) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizados por deporte.
- **Figura-9.** Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexor y extensor) categorizados por sexo en fútbol.
- **Figura-10.** Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) categorizados por sexo en fútbol.
- **Figura-11.** Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexor y extensor) en hombres categorizado por deporte.
- **Figura-12.** Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en hombres categorizado por deporte.
- **Figura-13.** Valores de torque pico absoluto ($N\cdot m$) para cada grupo muscular de rodilla en mujeres futbolistas categorizadas por grupos de edad.

- **Figura-14.** Valores de torque pico relativo (N·m/kg) para cada grupo muscular de rodilla en mujeres futbolistas categorizadas por grupos de edad.
- **Figura-15.** Valores de torque pico absoluto (N·m) para cada grupo muscular de rodilla en hombres de todos los deportes categorizados por grupos de edad.
- **Figura-16.** Valores de torque pico relativo (N·m) para cada grupo muscular de rodilla en hombres de todos los deportes categorizados por grupos de edad.
- **Figura-17.** Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexores y extensores) en mujeres futbolistas categorizadas por grupos de edad.
- **Figura-18.** Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en mujeres futbolistas categorizadas por grupos de edad.
- **Figura-19.** Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexores y extensores) en hombres de todos los deportes categorizados por grupos de edad.
- **Figura-20.** Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en hombres de todos los deportes categorizados por grupos de edad.

Resumen

La dinamometría isocinética es una herramienta que mide de manera válida, confiable, segura y reproducible la capacidad muscular en estado dinámico. En la actualidad no se han determinado los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla de deportistas, por lo tanto la principal justificación fue llenar dicho vacío del conocimiento. A partir de lo expuesto se planteó la pregunta, ¿cuáles son los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla a 60°/segundo en deportistas de selecciones Colombia categorizándolos por sexo, deporte y grupo de edad? Así mismo, se propuso los objetivos de determinar los valores de referencia de cuatro variables isocinéticas: torque pico absoluto, torque pico relativo, asimetría muscular y balance muscular. No obstante, se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo en el que se consultó una base de datos para obtener valores de las pruebas isocinéticas que se realizaron entre 1997 y 2015 en el centro de ciencias del deportes (Coldeportes). Cabe destacar que se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo (media, desviación estándar, IC 95%, deciles y cuartiles). La practicidad de los resultados se basan en consultar las tablas con los valores de referencia y poder comparar con futuras pruebas isocinéticas. La principal conclusión es que los valores de fuerza isocinética de rodilla varían dependiendo del sexo, tipo de deporte y grupo de edad, por lo tanto el análisis de comparación de la fuerza isocinética deber realizarse a partir de esta contextualización en el deportista.

Palabras claves: dinamómetro isocinético, fuerza isocinética, deportes, valores de referencia.

Abstract

The isokinetic dynamometry is a tool which measures muscular capacity in a dynamic state in a valid, trustworthy, safe and replicable way. Currently, reference values have not been determined regarding isokinetic knee force in athletes. Thus, our primary justification was to fill these knowledge gaps. Based on the research, we pose the question: which are the reference values of isokinetic knee force at 60°/second in athletes from national teams categorized by sex, sport and age group? Likewise, we set the objectives to determine the reference values of four different isokinetic variables: absolute peak torque, peak torque normalized by body weight, muscular asymmetry and muscular balance. We designed an observational descriptive and retrospective study, in which we consulted a data base to obtain the values of isokinetic tests that were run between 1997 and 2015 at the center for sports sciences (Coldeportes). It should be noted that a descriptive statistical analysis was developed (mean, standard deviation, confidence intervals at 95%, deciles and quartiles). The practicality of our results is based in consulting the reference value tables and being able to compare with future isokinetic tests. The primary conclusion from this study is that the isokinetic knee force values vary depending on the sex, type of sport and age group, thus, the comparison analysis of isokinetic force must take these decisive factors into account.

Key words: isokinetic dynamometer, isokinetic force, sports, reference values.

Introducción

La dinamometría isocinética es una herramienta que mide de manera válida, confiable, segura y reproducible la capacidad muscular en estado dinámico. (1,2) Conceptualmente, el miembro evaluado acelera hasta alcanzar cierta velocidad angular y se mide la capacidad muscular en cada ángulo del rango de movilidad articular. (3) A bajas velocidades (entre 0°/segundo a 180°/segundo) el torque pico nos indica la máxima cantidad de fuerza muscular. (4) En el caso de la rodilla, los valores de torque pico de flexores y extensores sirven para calcular el balance y simetría muscular. Así mismo, estos parámetros isocinéticos se utilizan como parámetros en la prevención primaria y secundaria de lesiones osteomusculares en el deporte.(4-8)

A pesar de tantos años de investigación de la dinamometría isocinética, hasta la actualidad no se conocen los valores de referencia del torque pico isocinético de flexores y extensores de rodilla en algunos deportes. Debido a esto, el propósito de este trabajo es proveer los valores de referencia del torque pico isocinético en algunos deportes en el que aún no se conocen. Por lo tanto, su utilidad se extenderá a nivel nacional y probablemente mundial. Los principales motivos de tener estos valores de referencia son: ampliar líneas de investigación, control del entrenamiento, prevención primaria y prevención secundaria de lesiones osteomusculares de miembros inferiores.

Las limitaciones del uso de la dinamometría isocinética se describen desde el punto de vista biomecánico. Los movimientos que se realizan en la evaluación isocinética son de cadena cinética abierta, por lo tanto no se correlacionan con los movimientos funcionales del deporte. Sin embargo, esta característica otorga la capacidad de medir aisladamente la fuerza de ciertos grupos musculares.(2) A pesar de realizar los puntos a favor y en contra, la dinamometría isocinética sigue siendo una herramienta útil en el control fisiológico del deportista sano y durante la rehabilitación de lesiones osteomusculares.

Marco conceptual

Valores de referencia: Bases epidemiológicas y estadísticas

El concepto de valor de referencia se origina a partir del individuo de referencia. Dicho individuo de referencia es una persona que pertenece a la comunidad donde se realiza el estudio y se caracteriza de disfrutar de un estado de salud definido por el investigador.(9) En relación al valor de referencia, se define como el valor de una magnitud específica que se obtiene con el fin de comparar a un individuo de referencia. Los valores de referencia dependen básicamente de la población referencia estudiada y del procedimiento empleado para la medición.(9,10)

Para poder determinar una población de referencia es necesario determinar los criterios de inclusión y exclusión definidos por el investigador.(10) El número de personas que integran la población de referencia suele ser inmenso, pero se recurren a métodos estadísticos para definir una muestra de referencia. Esta muestra de referencia va a ser un grupo representativo de la población de referencia sobre el cual se realizarán determinaciones estadísticas.(9)

En la práctica, desde el punto de vista estadístico los valores de referencia se determinan en dos etapas: la etapa preparatoria y la etapa de obtención de los valores de referencia:

1. Etapa preparatoria. En esta etapa primero se realiza la caracterización de la distribución a través de la inspección y la función utilizando un histograma de barras. Posteriormente se selecciona el método de obtención del intervalo de referencia.(11) En segundo lugar, se debe localizar los valores aberrantes. Estos valores se definen como un conjunto de valores de referencia extremadamente alto o bajo que se sitúa fuera de un intervalo de tolerancia.(10) Es importante señalar que los datos así identificados no se deben descartar sin investigar a fondo la causa de su existencia.(11)

2. Etapa de obtención de los valores de referencia. En esta etapa se determina el tipo de intervalos de referencia y los métodos para la obtención de los intervalos de referencia.

a. **Tipo de intervalos de referencia.** Habitualmente se utiliza el método de intervalos de fractiles, de intervalos de tolerancia y de intervalos de predicción. Sin embargo, es preferible utilizar el método de fractiles siempre y cuando la muestra esté obtenida al azar. Bajo este método se utiliza la extensión del término percentil, que indica el fractil referido de 100 datos. Se definen los fractiles 2,5 y 97,5 como límites del intervalo de referencia.(11)

b. **Método de obtención de los intervalos de referencia.** El método utilizado depende básicamente de la distribución de los valores previamente analizados en la fase preparatoria.(11) Si la distribución de los datos sigue la ley de Laplace-Gauss, se utiliza el método paramétrico y como mínimo se trabaja sobre una muestra de 30 sujetos sin valores

aberrantes. En cambio si la distribución de los datos no sigue la ley de Laplace-Gauss, se utiliza el método no paramétrico y como mínimo se trabaja sobre una muestra de 120 sujetos sin valores aberrantes.(10) En el **Anexo-1** se presenta un diagrama de flujo realizado por Ordoñez Llanos, en el que se exponen los puntos más importantes para la obtención de valores de referencia.(11)

Fuerza Isocinética: Bases Fisiológicas

Hislop y Perrine en 1967 describieron por primera vez el concepto del ejercicio isocinético y lo definieron como el tipo de desempeño muscular que se produce a una velocidad controlada. En dicho trabajo, manifestaron que el control de la velocidad debe realizarse de manera externa para poder mantener la velocidad constante independientemente de la fuerza que produzca el grupo muscular evaluado.(3,12)

La fuerza isocinética se mide en forma de torque, básicamente es la expresión de fuerza ejercida sobre un eje de rotación. El torque (N.m) es el producto de la fuerza aplicada en Newton (N) y la distancia sobre el eje de rotación (m) de la articulación evaluada.(13) Cabe destacar que el ejercicio isocinético es la única forma en donde la capacidad muscular puede brindar la máxima fuerza en cada ángulo del rango de movilidad articular. Sin embargo, los cambios del torque en cada ángulo varían de acuerdo a la relación longitud/tensión del complejo musculotendinoso de cada grupo muscular. (2,12)

Relación Fuerza-Velocidad

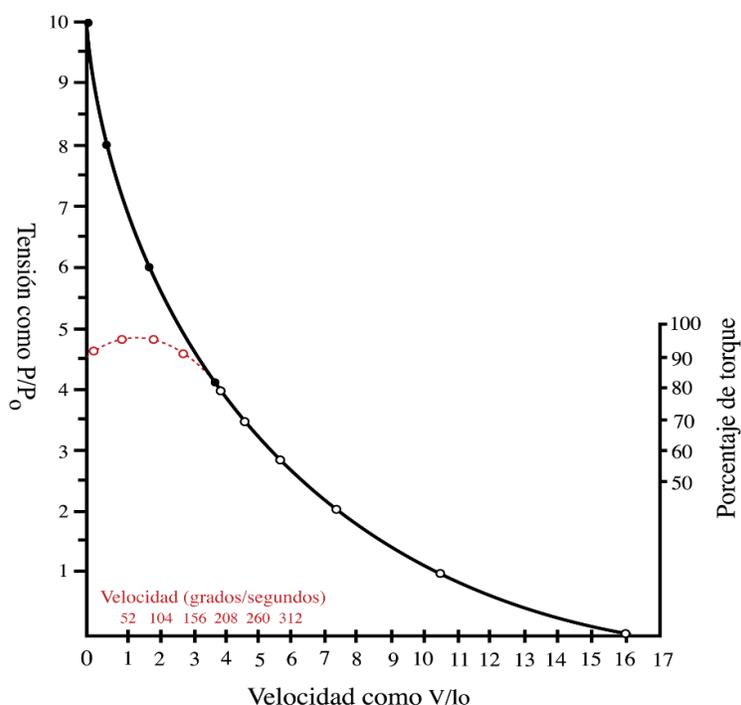
Fenn y Marsh en 1935 fueron los primeros en describir la relación activa entre la fuerza y la velocidad.(14) Pero unos años más tarde, Hill en 1938 caracterizó más detalladamente la relación entre la fuerza y la velocidad enfatizando la importancia de estos parámetros en el estudio global de la función muscular. En su trabajo, Hill demostró que la relación entre la fuerza y la velocidad se grafica de forma hiperbólica.(15) Es decir, mientras menor es la velocidad de acortamiento, mayor es la capacidad muscular para realizar acoplamiento de las fibras y por lo tanto se produce mayor fuerza externa.(3,15) Esta propiedad del sistema contráctil de ajustar la fuerza y la velocidad de acortamiento diferencian el tejido muscular de un simple cuerpo elástico.(16)

En la dinamometría isocinética se evidencia la misma relación inversa entre la fuerza y velocidad, pero se ha descrito que hasta cierto rango de velocidad angular aproximadamente entre 0°/segundo-180°/segundo.(3,17) Se ha evidenciado que a velocidades angulares muy bajas existe un aumento menos pronunciado del torque pico. Inclusive, en algunos casos se produce una meseta distinta y no comparable con la clásica curva hiperbólica del trabajo in vitro de Hill. En todo caso, se ha tratado de explicar que esta manifestación fisiológica es debido a la inhibición neural para controlar la producción máxima de fuerza.(3) (**Figura 1**) En cambio, Coyle y col demostraron que el máximo

torque pico se realiza a una velocidad de 57°/segundo y desde de ese punto al aumentar la velocidad se disminuía porcentualmente la capacidad del torque pico de extensores de rodilla.(3,18)

Es importante mencionar que el torque pico se produce por lo general a un cierto ángulo del rango de movilidad. De hecho, a velocidades angulares mayores el ángulo del torque pico se desplaza y sobrepasa el punto óptimo de longitud de contracción de las fibras musculares.(3,19) De acuerdo a esto, el torque pico a velocidades angulares altas no reflejan la capacidad máxima de dicho grupo muscular. Debido a todos estos motivos, la evaluación de cantidad de fuerza de un grupo muscular se realiza en velocidades angulares bajas.(8)

Figura 1. Relación fuerza-velocidad: Preparado muscular animal in-vitro (puntos rellenos) y carga muscular isocinética in-vivo (puntos vacíos). (Modificado de Perrine, JJ., V.R. Edgerton. Muscle force-velocity relationships under isokinetic loading. Med. Sci. Sports 10:159-166, 1978.)(3,20)



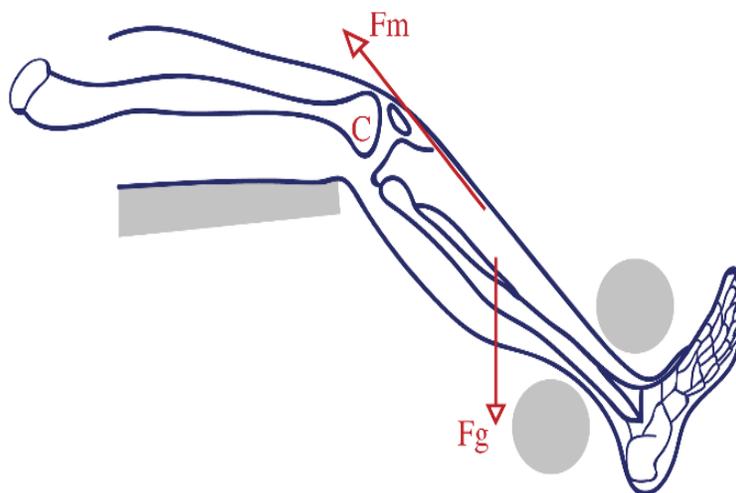
Efecto Gravitacional

Durante una prueba isocinética, existen dos vectores de fuerzas sobre el eje del plano vertical: el vector de fuerza del sistema de palanca-miembro y el vector de fuerza gravitacional producida por la masa del miembro con el brazo de palanca del dispositivo. El torque registrado por el dinamómetro

no es actualmente el torque muscular, sino el torque resultante entre el componente muscular y las fuerzas gravitacionales.(19,21,22) (**Figura 2**)

Formalmente se ha identificado que cuando no se corrige el efecto de la gravedad, el margen de error alcanza el 26% al 43% de extensión de rodilla y del 55% al 510% en la flexión de rodilla respectivamente.(3,22) Se sabe que el tamaño de error por efecto gravitacional de los isquiotibiales es mayor porque la capacidad muscular es menor en comparación a los cuádriceps. También se sabe que dependiendo de la dirección del movimiento del grupo muscular, afecta a favor o en contra el vector de fuerza gravitacional.(19) Actualmente se utiliza el mecanismo de corrección de la gravedad presentada en el trabajo de Nelson y Duncan en 1983. En dicho estudio mostraron una forma más sencilla utilizando la medición de la caída del miembro en estado de relajación y se mide el torque del miembro facilitado por la gravedad. Este proceso de medición se realiza en cada miembro previo al registro isocinético.(19,23)

Figura 2. Vectores de fuerza muscular (F_m) y fuerza gravitacional (F_g) durante la prueba isocinética de rodilla. (Modificado de Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. Sports medicine (Auckland, N.Z.) 1989 Aug; 8(2):101-116.(19)



Rango de movilidad articular (Campo cinético)

Cuando se realiza una prueba isocinética es indispensable tener en cuenta el tiempo necesario para que el componente contráctil desarrolle su máxima capacidad en la velocidad angular estipulada. Se sabe que a velocidades angulares mayores, el punto óptimo de desempeño muscular podría estar limitado por el rango de movilidad. Sin embargo este problema no suele suceder a velocidades angulares menores, en el que se puede realizar un rango de movilidad limitado sin tener

sesgo.(3,24,25) Este concepto es otro punto fisiológico a favor del uso de pruebas isocinéticas a velocidades angulares bajas para estimar correctamente la cantidad de fuerza muscular.

Prueba de dinamometría isocinética

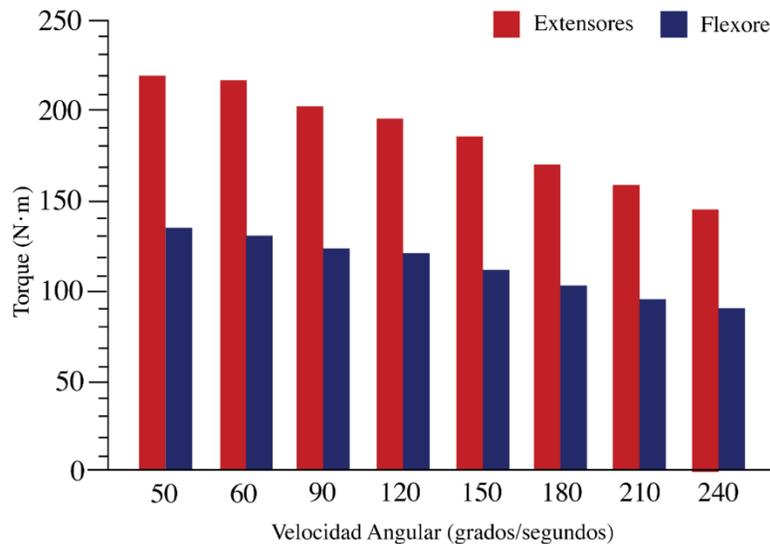
A finales de 1960 la dinamometría isocinética se convirtió en la herramienta ideal para el estudio in vivo de las propiedades dinámicas y mecánicas del músculo. Gracias a las estrategias de marketing y producción masiva, el desarrollo exponencial ocurrió en la década de los ochentas.(3) Ya en la década de los noventas se estableció la tendencia generalizada de utilizar esta herramienta como parte global de la evaluación de los deportistas. Actualmente el abordaje académico es muy amplio, oficialmente se encuentran publicados 4 libros y una revista científica "Isokinetics and Exercise Science" que brinda dedicación exclusiva al arte y ciencia de la dinamometría isocinética.(2) En el **Anexo-2** se muestra las partes estructurales de un dinamómetro isocinético.

Según Perrine, en la dinamometría isocinética lo que se mide es la capacidad de tensión muscular externa en cada ángulo del rango de movilidad a una velocidad constante.(3) El término "isocinético" significa "movimiento uniforme", pero en realidad durante una prueba isocinética la duración del movimiento a velocidad constante va a depender de la velocidad angular fijada. Conceptualmente al aumentar la velocidad angular, se disminuye la función isocinética debido a la mayor aceleración y desaceleración del movimiento.(3)

En los deportistas, la capacidad muscular de los cuádriceps e isquiotibiales pueden ser evaluados de manera confiable a través de la dinamometría isocinética. Teóricamente la prueba puede ser evaluada a diferente espectro de velocidades. A bajas velocidades ($0^{\circ}/segundo-180^{\circ}/segundo$) el torque pico traduce conceptualmente la cantidad pura de fuerza muscular, en cambio a velocidades angulares altas ($> 180^{\circ}/segundo$) el torque pico traduce el control neuromotor. (**Figura 3**) En cuanto al tipo de contracción la prueba isocinética se puede realizar en contracción concéntrica y excéntrica. Sin embargo, la evaluación concéntrica se considera más factible y segura en comparación con la excéntrica.(4)

El uso de la dinamometría isocinética en el deporte está discutido debido a que los movimientos se realizan en cadena cinética abierta. Se conoce que los grupos musculares no trabajan de manera aislada y si hay algún déficit individual de la cadena muscular, solo podrían identificarse si se evalúan los grupos musculares de manera aislada en un movimiento en cadena cinética abierta. Cabe destacar que durante la prueba isocinética el control clínico es exhaustivo y se controlan ciertos factores como: rangos de movilidad articular, velocidad angular, traslación anterior tibia, estrés en varo-valgo y fuerzas rotacionales.(2,24)

Figura 3. Torque pico de flexores (azul) y extensores (rojo) de rodilla a diferentes velocidades angulares. (Datos modificados de Baltzopoulos V, Brodie DA. The effect of isokinetic training on the maximum torque output of swimmers using the Akron dynamometer. 5th International Symposium of Biomechanics in Sports, Athens, July 13-18, 1987.(19,26)



Como todo procedimiento médico tiene contraindicaciones para su uso en la evaluación y rehabilitación. Las principales contraindicaciones son: restricción por los tiempos de cicatrización de tejidos blandos, dolor a la movilidad del miembro, rangos de movilidad limitados, efusión articular, inestabilidad articular, lesiones agudas (musculares y esguinces) y en ciertas condiciones subagudas.(2)

Variables Isocinéticas

Torque Pico Isocinético

Es el punto más alto de torque (N.m) producido por un grupo muscular que mueve un miembro a través de un rango de movilidad articular. El torque pico es la medida de la dinamometría isocinética que más se utiliza en el contexto clínico y científico. Cabe destacar que esta medida es el patrón de oro, por lo tanto se lo utiliza como comparación de exactitud, confiabilidad y relevancia clínica con respecto a los otros parámetros de la prueba isocinética.(8) Su uso dentro de la dinamometría isocinética ha sido altamente aceptado por muchos estudios críticos.(19,27,28)

Para obtener datos fiables en la medición del torque pico es necesario establecer un adecuado protocolo de la prueba isocinética. Se han estudiado varios tipos de protocolos, pero lo que influye directamente en los resultados son la cantidad de repeticiones y la velocidad angular de la prueba. Jenkins y col demostraron acertadamente que realizar 5 repeticiones maximales, permitieron una adecuada evaluación del torque pico isocinético.(19,29) Además, como ya se mencionó previamente, a velocidades angulares menores de 60°/segundo no hay mejorías significativas en los valores de torque pico. Debido a esto, la mayoría de protocolos se utilizan velocidades cercanas a 60°/segundo para estimar la cantidad de fuerza por torque pico isocinético.(3,18)

Torque Pico Relativo al peso

El torque pico relativo es la comparación del torque pico isocinético con el peso corporal (N.m/Kg). Esta medida añade otra dimensión en la interpretación de los resultados de la evaluación isocinética.(2) Se sabe que existe una correlación significativa entre el peso corporal y la fuerza muscular, por lo tanto el valor de torque pico normalmente se relativiza al peso para tener una mejor comparación entre diferentes sujetos de una población.(4,30,31) La interpretación del torque pico relativo es relevante cuando se comparan valores de fuerza isocinética en sujetos con pesos corporales heterogéneos. Si no se relativizan los valores de torque pico absoluto, los datos mostrarán una alta variabilidad.(4)

Simetría Muscular

La simetría muscular es la comparación del torque pico isocinético del mismo grupo muscular pero en las extremidades derecha e izquierda.(4,32) Se considera una diferencia significativa cuando la comparación bilateral excede el 10-15%.(3,24,33) Esta medida sirve como guía importante en la comparación entre un miembro inferior lesionado y el contralateral sano. En efecto, se considera que una simetría muscular >90% es un criterio válido para el retorno al deporte en distintas lesiones osteomusculares.(4-6)

Esta medida es una de las variables más estudiadas para medir el riesgo de lesión osteomuscular. Ardern y col encontraron que el 24% de 48 jugadores profesionales de un equipo de fútbol tienen algún tipo de asimetría muscular de los isquiotibiales (60°/segundo y 240°/segundo) durante la pretemporada. Además, demostraron que todos los déficits eran de origen de los isquiotibiales de la pierna de apoyo.(34) Estos hallazgos en los deportistas puede ser uno de los factores de riesgo modificables de las lesiones musculares de isquiotibiales.

Balance Muscular

Steindler en 1955 describió por primera vez que la fuerza concéntrica de los flexores y extensores de rodilla debe exceder la relación de 3:2.(35,36) Ya en la época de la dinamometría isocinética, el balance muscular se definió como la relación de fuerzas entre un grupo agonista y antagonista alrededor de una articulación. Se ha descrito que el valor de balance muscular tiene mayor relevancia

que los propios valores de torque pico. Además, en estos valores no hay la necesidad de normalizarlos para el peso corporal total.(4,8)

Tomando como referencia la rodilla, el valor óptimo de balance muscular (cuádriceps/isquiotibiales) se estima entre 0.5 y 0.8.(8) Sin embargo, existe un consenso generalizado de aceptar el valor de 0.6 como límite inferior. (35) El balance cuádriceps/isquiotibiales disminuido indica una "dominancia del cuádriceps" e indica mayor riesgo de lesiones osteomusculares de miembros inferiores.(4,32) Se sabe que el balance muscular de rodilla depende de la edad y se ha demostrado que desde los 5 a los 15 años la tasa de balance muscular disminuye. Sin embargo, los valores de balance muscular aumentan después de la adolescencia y alcanzan una meseta a los 25 años aproximadamente. Este comportamiento fisiológico se produce por la disminución desproporcionada de la fuerza de los cuádriceps en comparación a los isquiotibiales.(7)

Por otra parte, utilizar los valores de balance muscular tiene dos grandes limitaciones. Primero, en un movimiento funcional no existe una relación simultánea de torque concéntrico de los extensores y flexores de la rodilla. En segundo lugar, el valor del balance muscular no se toma en cuenta en el ángulo del rango de movilidad (ROM) y debido a esto no se valora el efecto de la longitud de la fibra muscular.(35,37)

Confiabilidad y Reproducibilidad: Cybex Norm

Impellizzeri y col realizaron un estudio de confiabilidad del dinamómetro Cybex Norm. El estudio se realizó en una muestra de 18 sujetos sanos y realizaron pruebas isocinéticas concéntricas y excéntricas a diferentes velocidades angulares (Concéntrico: 60°/segundo, 120°/segundo, 180°/segundo y Excéntrico: 60°/segundo). Además, distanciaron las pruebas con 96 horas de diferencia. Los resultados de confiabilidad relativa (coeficiente de correlación intraclase) fueron bajo (0.34) y moderada (0.87) para la medición del balance muscular. Sin embargo, evidenciaron que el torque pico y el promedio de trabajo tuvieron una confiabilidad relativa alta (0.90 – 0.98). En cambio, las mediciones de confiabilidad absoluta (error estándar) oscilaron entre 3.2% - 8.7% en los valores de balance muscular y entre 4.3% - 7.7% para el torque pico y promedio de trabajo.(38) La medición de la confiabilidad y reproducibilidad no solo puede estar limitado por la capacidad de medición dinamómetro sino también por el error del sujeto al realizar la prueba isocinética.

Interpretación de los resultados

Posterior a la recolección de los datos, es necesario realizar el análisis para determinar posibles alteraciones de la capacidad muscular. Los parámetros que generalmente se interpretan son: simetría muscular, balance muscular, torque relativo al peso corporal, fuerza total a través de todo el rango de movilidad y la comparación del torque pico con valores de referencia. En cuanto al último punto, Davies y col refieren que el uso de valores de referencia es controversial pero podrían utilizarse en poblaciones específicas como guía de la evaluación fisiológica o durante un proceso de rehabilitación.(2) Existen otras variables que influyen en la interpretación de los valores de

referencia. Estas variables son: protocolo de la prueba, tipo de población, sexo, edad, tipo de deporte y nivel competitivo. Realmente lo que se hace en la actualidad es comparar los valores isocinéticos del mismo individuo a lo largo del tiempo y no siempre se lo compara frente a valores de referencia.(8)

Diseño del protocolo de evaluación

El protocolo de evaluación es uno de los factores externos que afectan los resultados óptimos y reproducibles de la prueba isocinética. Como ya se mencionó previamente el primer punto de normalización es la corrección de la gravedad de la extremidad, el cuál es un proceso obligatorio antes de empezar la prueba.(8) Cuando se evalúan los flexores y extensores de rodilla, se debe fijar articulación para que esté alineada con el eje de rotación y el sujetador del brazo distal debe estar fijado justo por encima del maléolo externo del tobillo. Posteriormente se debe ajustar correctamente las correas de fijación (pecho, cadera y muslo) hasta que se limite completamente los movimientos corporales excepto la flexión y extensión de rodilla.(4)

El protocolo de la prueba isocinética debe diseñarse correctamente para mejorar la confiabilidad de la prueba. A continuación se describe el protocolo de fuerza isocinética de rodilla utilizado para evaluar deportistas en el centro de ciencias del deporte, Coldeportes, Bogotá, Colombia. Este protocolo fue ajustado según las recomendaciones de la guía al usuario del dinamómetro Cybex Norm.

1. Calibración adecuada del equipo.
2. Corrección de la gravedad
3. Educación del deportista de acuerdo a los requerimientos de la prueba.
4. Usar frecuentemente instrucciones e incentivos verbales hacia el deportista.
5. Proveer una estabilización adecuada del deportista durante la prueba.
6. Evaluar primero el miembro no afectado o no dominante.
7. Proveer repeticiones de calentamiento en cada velocidad de evaluación.
8. Relación entre repeticiones y velocidad angular de la prueba
 - a. 5 repeticiones a 60°/segundo.
 - b. 5 repeticiones a 180°/segundo
 - c. 30 repeticiones a 300°/segundo

Correlación de la dinamometría isocinética con pruebas funcionales

La prueba FMS "Functional Movement Screen" es una herramienta ampliamente utilizada para predecir el desempeño atlético de los deportistas. Perry y col realizaron un estudio en el que mostraron la correlación (Pearson) entre esta prueba funcional y los valores de torque pico del cuádriceps/isquiotibiales a diferentes velocidades angulares (60°/segundo y 300°/segundo). Como resultados mostraron una correlación negativa de los resultados de FMS con los valores de torque

pico. Sin embargo, cuando se normalizaron los valores de torque pico para el peso corporal esa correlación no fue significativa.(4,39)

Otra de las pruebas funcionales muy utilizadas en el deporte son las pruebas de salto unipodal. Kaeding muestra en su libro la correlación de los valores de torque pico de cuádriceps/isquiotibiales en comparación con una batería de cuatro pruebas de salto unipodal (salto simple por distancia, saltos triples cruzados, saltos triples por distancia y saltos de 6 metros por distancia en tiempo). El desempeño en la prueba de salto triple unipodal por distancia mostró correlación positiva significativa con todos los valores normalizados de torque pico isocinético excepto con los isquiotibiales a velocidades angulares bajas. Interesantemente los valores de correlación más fuerte se encontraron a mayor velocidad angular (300°/segundo).(4)

Aplicaciones en el Deporte

Prevención Primaria de lesiones osteomusculares

Existe una sinergia entre la musculatura y los tejidos responsables de la integridad articular. Por ejemplo, los grupos musculares flexores y extensores de rodilla ejercen un efecto protector sobre diferentes tipos de respuestas de estrés mecánico. Este concepto clásicamente se ha descrito como parte de la fisiopatología de la lesión del ligamento cruzado anterior.(7,40) En algunos estudios se ha demostrado que el déficit global de fuerza en cuádriceps e isquiotibiales son un factor de riesgo para lesiones osteomusculares de miembros inferiores. En cambio, hay otros tantos estudios que no han podido demostrar dicha asociación.(4,41,42) Sin embargo, las inconsistencias entre estos trabajos se debe a: la gran variedad de protocolos de prueba, diferentes variables a investigar, tipos de poblaciones en estudio y tipos de lesiones evaluadas.(4,31,43)

La dinamometría isocinética es una herramienta útil para prevención primaria de lesiones musculares. Para la lesión muscular de cuádriceps, el aumento desproporcionado de la fuerza excéntrica de los propios cuádriceps es el principal factor de riesgo.(44) En cambio para la lesión de isquiotibiales se han determinado varios factores de riesgo como: aumento del torque pico de fuerza concéntrica de cuádriceps y asimetría de fuerza tanto concéntrica como excéntrica de isquiotibiales.(45) En relación a esto, Dauty y col realizaron un estudio de casos y controles en 136 jugadores profesionales de fútbol desde el 2001 al 2011 utilizando la dinamometría isocinética como herramienta de prevención primaria de lesiones musculares de isquiotibiales. En este trabajo encontraron los puntos de corte de valores de dinamometría isocinética que se relacionan como factor de riesgo:

- a)** Imbalance muscular concéntrico de rodilla (180°/segundo) = <0.47 (Mayor severidad)
- b)** Asimetría concéntrica de isquiotibiales (60°/segundo) = <0.85 (Mayor poder predictivo).(46)

Prevención Secundaria: Rehabilitación

Generalmente la rehabilitación de lesiones osteomusculares está enfocada para recuperar la fuerza muscular y los rangos de movilidad articular. Muchos estudios han destacado el valor del balance muscular como una medida de readaptación funcional de las lesiones osteomusculares.(7,8,47) Para fines prácticos como parte de la rehabilitación se ha categorizado el valor de balance muscular como bajo (<0.5), óptimo (0.5-0.8) y alto (>0.8). Sin embargo, la mejor estrategia de seguimiento está en determinar si la diferencia del balance muscular entre el miembro afectado y el sano es menor al 15%.(8) No obstante otra estrategia de prevención secundaria es alcanzar el 80%-90% de su torque pico como criterio para retorno al deporte.(28) Esta última estrategia nos indica indirectamente la importancia de tener valores de referencia del torque pico isocinético para utilizarlos en caso de realizar un proceso de rehabilitación en el deportista sin prueba isocinética basal.

Como criterio de retorno al deporte en lesiones musculares se tolera un déficit máximo de torque pico del 5% en comparación con los valores previos a la lesión.(41,48) En un estudio de cohortes en 687 jugadores profesionales de fútbol, encontraron que los jugadores que tenían imbalance muscular de rodilla y aun así no se realizaron un programas de prevención, tuvieron una mayor incidencia de lesión muscular de isquiotibiales (RR= 4.66; IC 95% : 2.01-10.8). Además, encontraron que el riesgo permaneció elevado aun cuando se ejecutó un programa de prevención pero no se realizó el control del factor de riesgo por dinamometría isocinética (RR = 2.89; IC 95%: 1.00-8.32). Este trabajo deja una conclusión importante, en hay que identificar un factor de riesgo, realizar un programa de prevención y realizar controles para verificar que el factor de riesgo se ha modificado.(41)

Se conoce que la incidencia de osteoartrosis tibiofemoral posterior a la reconstrucción de ligamento cruzado anterior es cercana al 50% a los 6 años de la cirugía. Keays y col encontraron cinco factores que predicen la aparición de osteoartrosis tibiofemoral, entre ellos se encuentra: menisectomía, daño condral, uso de injerto del tendón patelar, debilidad muscular del cuádriceps e imbalance muscular de rodilla. De igual manera encontraron que el manejo conjunto del uso de injerto isquiotibiales/gracillis y la recuperación del balance muscular de la rodilla se asoció positivamente a la prevención secundaria de osteoartrosis de rodilla. (2,49)

Entrenamiento Isocinético

El entrenamiento isocinético a una velocidad angular específica mejora los valores de torque pico del grupo muscular entrenado a esa velocidad. Sin embargo, se conoce que hay un efecto de transferencia de ganancia de torque pico en la evaluación isocinética de diferentes velocidades angulares.(18,19) Smith y Melton, realizaron un estudio de entrenamiento isocinético para comprobar el concepto de transferencia de ganancia de torque pico. La muestra la categorizaron en dos grupos de entrenamientos: a velocidades bajas (30°/segundo, 60°/segundo y 90°/segundo) y a velocidades altas (180°/segundo, 240°/segundo y 300°/segundo). Posteriormente se realizaron pruebas isocinéticas a 0°/segundo, 60°/segundo y 240°/segundo. Los resultados mostraron que el grupo de entrenamiento a velocidades bajas mejoró proporcionalmente la evaluación isocinética

tanto en velocidades bajas y velocidades altas. En cambio el grupo de sujetos que realizaron entrenamiento a velocidades altas solo mejoraron el torque pico a velocidades angulares altas.(3,50)

En otro trabajo, Golik-Peric y col realizaron un estudio de comparación de un programa de entrenamiento isocinético e isotónico en 38 deportistas con imbalance muscular de rodilla (flexores/extensores <0.5). Para determinar los cambios, realizaron una prueba isocinética (60°/segundo) antes y después del programa de entrenamiento de 4 semanas de duración. Los resultados mostraron que los dos grupos mejoraban los valores de imbalance muscular al final del programa de entrenamiento, sin embargo se evidenció que los deportistas del programa de entrenamiento isocinético mejoraron en mayor proporción los valores de imbalance muscular de rodilla.(51)

Perfil de Fuerza Isocinética

Cuando se evalúa la fuerza, los valores de referencia de una población específica se utilizan como comparación de otros sujetos evaluados.(4) En la literatura actual no se han publicado con gran interés los valores de referencia en algunos deportes. En el contexto actual del deporte competitivo, los resultados de dinamometría isocinética de rodilla solo se compararan de manera individual (simetría muscular, balance muscular, torque pico en el tiempo y torque pico relativo al peso). Sin embargo, no se ha determinado si al comparar los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla por sexo, edad y deporte va a tener poder epidemiológico en el control del deportista y en la prevención de lesiones osteomusculares

Deportes

La especificidad funcional que tiene cada tipo de deportista se debe a las modificaciones histológicas musculares que induce cada tipo de entrenamiento de cada deporte. Este concepto explica los diferentes cambios del balance muscular dependiendo del deporte y la posición de juego dentro del deporte.(7,17,52,53) Singh y col realizaron un estudio descriptivo en 262 deportistas de diferentes disciplinas como: atletismo 100 metros, maratón, lanzamientos, salto, remo, boxeo, ciclismo y squash. Encontraron que los valores de toque pico a 60°/segundo tanto en flexores como extensores de rodilla varía significativamente entre diferentes disciplinas deportivas. Además, demostraron que el grupo de atletismo de lanzadores tenían valores significativamente mayores tanto de torque pico de flexores (138 N.m) como extensores (220 N·m) de rodilla.(54)

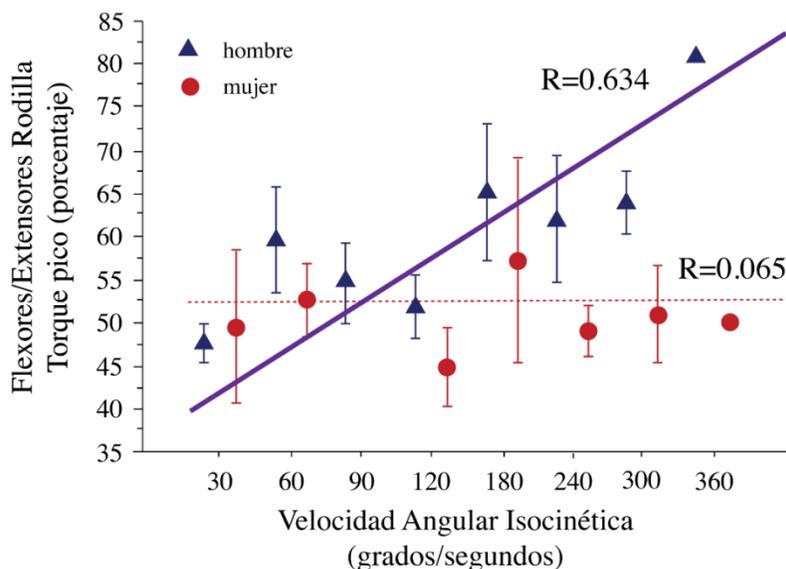
Diferencias por sexo

La diferencia de la fuerza isocinética de los cuádriceps e isquiotibiales entre los hombres y mujeres empiezan a divergir posterior a la pubertad. En los deportistas masculinos el torque pico de isquiotibiales va en aumento posterior a la pubertad, sin embargo en las deportistas femeninas el valor del torque pico de los isquiotibiales permanece estable después de la pubertad.(55) Hewett y col realizaron una revisión de la bibliografía desde 1967 a 2004 y seleccionaron 22 estudios para

determinar las diferencias en la fuerza isocinética de rodilla entre hombres y mujeres (n= 1568; Hombres= 1145; Mujeres=423). Demostraron que el balance muscular de rodilla varía dependiendo del sexo al aumentar la velocidad angular de la prueba (de 30°/segundo a 360°/segundo). Además mostraron que los hombres tienen una mayor correlación del balance muscular al aumentar la velocidad angular ($R = 0.634$, $p < 0.0001$), mientras que en las mujeres la correlación no fue significativa ($R = 0.065$, $p = 0.77$).⁽⁵⁶⁾ **(Figura 4)**

En cambio, Dos Santos y col analizaron el balance muscular de rodilla en 166 hombres y mujeres deportistas de alto rendimiento (58 Judo, 39 hándbol, y 69 fútbol) (60°/segundo y 300°/segundo). En el análisis por sexo, se evidenció que las mujeres futbolistas realizaron valores de balance muscular significativamente menores en comparación a los hombres (60°/segundo).⁽⁵⁷⁾ A diferencia de las anteriores publicaciones, Colliander y Tesch demostraron que a pesar de las diferencias en los valores de magnitud de torque pico, no hay diferencias entre los valores de balance muscular de la rodilla entre los hombres y las mujeres independientemente de la velocidad angular de la prueba.⁽⁵⁸⁾

Figura 4. Diferencia de balance muscular de rodilla en hombres y mujeres al aumentar la velocidad angular. (Modificado de Hewett TE, Myer GD, Zazulak BT. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. J Sci Med Sport 2008 Sep; 11 (5):452-459 (56))



Planteamiento del problema

La dinamometría isocinética es una herramienta ampliamente utilizada en deportistas. Esta herramienta es útil en el control fisiológico durante la pretemporada y durante la fase de rehabilitación en deportistas con lesiones osteomusculares. En la práctica, existe la situación problemática de que al obtener los resultados de dinamometría isocinética de rodilla no hay valores de referencia de comparación del torque pico, torque pico relativo al peso, balance muscular y simetría muscular.

En la literatura científica se han reportado valores de referencias confiables pero en población sedentaria. Sin embargo, existen grandes variaciones de fuerza isocinética entre los sedentarios y los deportistas. Además, existen trabajos de valores de referencia con muestras reducidas en algunos deportes. Estos valores de referencia en ciertos deportes tampoco sirven de comparación con otros deportes debido a la especificidad fisiológica de cada tipo de entrenamiento en cada deporte.

Hasta el momento la interpretación de las pruebas de dinamometría isocinética de rodilla se realizan a partir de sus propios valores de torque pico, torque pico relativo, balance muscular y simetría muscular. También se utilizan los resultados del propio individuo para compararlo a lo largo del tiempo. Al comprender el concepto de especificidad fisiológica de cada deporte, existe la necesidad de saber cuáles son los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla categorizados por deportes, por edad y por sexo.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los valores de referencia del torque pico isocinético a 60°/segundo de flexores y extensores de rodilla en deportistas de selecciones Colombia de 1997 al 2015 categorizados por deporte, por edad y por sexo?

Justificación

La conveniencia de esta investigación se basa en que no se conocen los valores de referencia de fuerza isocinética de los flexores y extensores de rodilla en algunos deportes. En cuanto al valor teórico de este trabajo radica en llenar el vacío de información para poder establecer una comparación de un deportista dentro de la normalidad o en rangos de factor de riesgo. Debido al concepto de especialización fisiológica de cada deportista, es necesario tener los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla por deporte, por edad y por sexo.

La descripción ordenada de los valores de referencia de torque pico sirven como una nueva metodología de seguimiento fisiológico y detección de factores de riesgo en un programa de prevención de lesiones osteomusculares. Además, a partir de los valores de torque pico se estiman el balance y la simetría muscular que también se utilizan para establecer criterios de factores de riesgo en un programa de prevención primaria de lesiones osteomusculares.

Otra utilidad de los valores de referencia de fuerza isocinética es la elaboración y diseño de un programa de prevención secundaria en deportistas con lesiones osteomusculares. Su uso se pone en práctica cuando el deportista no tiene una prueba isocinética basal previo a la lesión. El valor de referencia sirve como comparación durante el progreso de la fuerza hasta valores normales en el proceso de la rehabilitación. En relación a este concepto, la comparación frente a valores de referencia se utiliza como criterio de retorno al deporte posterior a una lesión osteomuscular.

La incidencia de las lesiones osteomusculares en el deporte es alta. Los programas de prevención cuando utilizan los valores de referencia tienen un gran impacto social y epidemiológico ya que disminuyen la incidencia de lesiones osteomusculares en el deporte. Todas las herramientas de prevención primaria y secundaria de lesiones, tienen un componente positivo social. Además, está claro que los programas de prevención siempre tienen un valor de costo efectividad positivo para las federaciones que administran los recursos de cada deporte a nivel regional o nacional.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar los valores de referencia de torque pico isocinético (N·m) a 60°/segundo de flexores y extensores de rodilla por deporte, por edad y por sexo en deportistas de selecciones Colombia de 1997-2015.

Objetivos específicos

- Determinar los valores de torque pico isocinético 60°/segundo de flexores y extensores de rodilla relativos al peso (N·m /kg) categorizados por deporte, por edad y por sexo.
- Determinar los valores de balance muscular (flexores/extensores) a 60°/segundo de rodilla de miembro inferior derecho e izquierdo, categorizados por deporte, por edad y por sexo.
- Determinar los valores de simetría muscular a 60°/segundo del grupo flexor y extensor (derecho/izquierdo) categorizados por deporte, por edad y por sexo.

Propósito

El fin mayor de esta investigación fue obtener y proveer los valores de referencia de fuerza isocinética de flexores y extensores de rodilla categorizados por deporte, por edad y por sexo. Como consecuencia su aplicación en deportistas probablemente tiene relevancia a nivel nacional y mundial. Además, los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla sirven para conocer otro enfoque de las diferencias fisiológicas de la fuerza en distintos deportes, por edad y por sexo.

En las últimas décadas se han determinado los rangos de balance muscular y simetría muscular que se relacionan como factores de riesgo de lesiones osteomusculares en el deporte. En consecuencia, al describir los valores de referencia de torque pico se estudia simultáneamente la población de referencia con el fin de establecer nuevos criterios de riesgo de lesiones osteomusculares de miembros inferiores. Esta utilidad de los valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla no se ha establecido actualmente en el deporte.

El fin de este trabajo fue aportar una base epidemiológica para futuros estudios analíticos en el deporte. Además, se abren las puertas para una nueva línea de investigación que no se ha establecido en Colombia y Latinoamérica. Debido a que la descripción de la fuerza isocinética en algunos deportes es poco conocida, no es descabellado pensar que los valores de referencia de este estudio se utilicen en la evaluación fisiológica y preventiva del deportista a nivel mundial.

Diseño metodológico

Tipo de estudio

El tipo de estudio es observacional, descriptivo y retrospectivo.

Población y muestra

La población de estudio son todos los deportistas de selecciones Colombia que acudieron a control biomédico y que hayan realizado una prueba de dinamometría isocinética de rodilla entre 1997 – 2015 en el centro de ciencias del deporte, Coldeportes.

El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia. La muestra fueron todos los deportistas que tuvieron registrado la prueba isocinética de rodilla en la base de datos y que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

Lugar de estudio

Centro de ciencias del deporte, Coldeportes. Bogotá DC, Colombia.

Criterios de inclusión

- Pruebas isocinéticas de rodilla de deportistas de selecciones Colombia entre las fechas del 1 de enero de 1997 a 31 diciembre de 2015 en el centro de ciencias del deporte, Coldeportes.
- Pruebas isocinéticas de deportistas sanos y sin lesiones osteomusculares en los 6 meses previos a la prueba isocinética.
- Pruebas isocinéticas de deportistas de edad entre los 18 a 60 años.
- Se seleccionó una prueba isocinética por cada deportista. En caso de que el deportista tenga más de una prueba a lo largo del tiempo, se seleccionó la prueba con los valores de torque pico absoluto más altos.

Criterios de exclusión

- Pruebas isocinéticas de rodilla de deportistas registrados de manera incompleta en la base de datos. (Ejemplo: falta de fecha, falta de nombre, falta de torque pico a 60°/segundo, peso, deporte, etc.)
- Se identificaron los valores aberrantes de pruebas isocinéticas con asimetría muscular mayor 0.30 o balance muscular menor de 0.4. Posteriormente, se revisó la historia clínica del deportista el día de la prueba isocinética y en caso de que el deportista cursaba una lesión osteomuscular de miembros inferiores se descartó el valor de la prueba.

Matriz de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidad
Edad	Años de vida del sujeto en cuestión	Años desde fecha del nacimiento hasta aplicación de la prueba isocinética	Razón	Años
Peso	Cantidad de peso corporal total	Peso corporal total del sujeto en kilogramos	Razón	Kilogramos (Kg)
Sexo	Condición orgánica que distingue a las personas	Características biológicas, fisiológicas y anatómicas que distinguen a las personas entre masculino y femenino	Nominal	Hombre o mujer
Deporte	Actividad deportiva que realiza el sujeto	Nombre del deporte que realiza el sujeto evaluado	Nominal	Nombre del deporte (Ciclismo ruta, fútbol, patinaje carreras y taekwondo)
Lateralidad	Hemicuerpo utilizado para realizar la prueba	Miembro inferior registrado durante la prueba	Nominal	Derecho o izquierdo
Torque pico isocinético absoluto 60°/segundo	Punto más alto de torque producido por un grupo muscular	Torque máximo alcanzado por un grupo muscular en una prueba por dinamometría isocinética a 60°/segundo	Razón	Torque (N·m)
Torque pico isocinético relativo al peso	Relación entre el torque pico producido por un grupo	Cantidad de torque producido por cada kilogramo de peso	Razón	Torque/Kilogramo (N·m /Kg)

(60°/segundo)	muscular y el peso corporal total del sujeto evaluado	corporal		
Balance muscular de rodilla (60°/segundo)	Relación entre el torque pico del grupo muscular flexor/extensor de rodilla	Proporción del torque pico del grupo muscular flexor y extensor de rodilla	Razón	Proporción de 0 a 100 (%)
Asimetría muscular de rodilla (60°/segundo)	Relación del torque pico del mismo grupo muscular	Diferencia de proporción del torque pico del mismo grupo muscular derecha e izquierda	Razón	Proporción de 0 a 100 (%)

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de los datos fue de tipo revisión documental. Como método de recolección de datos se utilizó la observación de la base de datos donde se encontraban las pruebas isocinéticas de rodilla de los deportistas de selecciones Colombia que fueron por control biomédico en el periodo de tiempo de 1997 al 2015. Esta base de datos se encontraba en formato Microsoft Excel 2013 y se utilizó este mismo programa para su organización. **(Anexo-3)**

El protocolo realizado en el centro de ciencias del deportes de Coldeportes estaba basado en el registro de la fuerza en tres velocidades angulares (60°/segundo, 180°/segundo y 300°/segundo). Sin embargo, se utilizó únicamente los datos de torque pico isocinético de flexores y extensores de rodilla a la velocidad más baja del protocolo (60°/segundo). Como ya se sustentó en el marco conceptual, los valores de torque pico a esta velocidad angular se correlaciona con la fuerza máxima de cada grupo muscular.

Cabe destacar que el registro de las pruebas en la base de datos se realizó de manera responsable, ordenada y rigurosa por el personal de turno del centro de ciencias del deporte, Coldeportes, Bogotá, Colombia.

Control de Sesgos

Sesgos de medición

Durante la elaboración de la metodología del trabajo se planteó posibles sesgos de información de tipo medición por el instrumento. Se realizó una exhaustiva investigación acerca de la efectividad y confiabilidad del dinamómetro isocinético utilizado en nuestro trabajo (Cybex Norm).

La tecnología para la captación y medición de la fuerza por el dinamómetro Cybex Norm fue brindada por la compañía CSMI ("Computer Sports Medicine Inc."). Esta compañía describió la tecnología utilizada en el manual de partes y servicios del dinamómetro Cybex Norm. En el manual mencionan que la tecnología de detección mecánica del torque produce una conversión y procesamiento digital. Esto se realiza por las partes denominadas ADC ("Analog digital conversor") y DSP ("Digital signal processor"). Además, describen la importancia de la interacción de la nueva tabla de control del dinamómetro (NDCB "New Dynamometer Control Board") y la tarjeta de entrada de tecnología avanzada (ATIC "Advanced Technology Input Card"), el cual cumplen la función de recibir la información filtrada del torque y controlan en tiempo real el dinamómetro.(59)

Se investigó exhaustivamente y se llegó a la conclusión que la tecnología de medición del torque siguen siendo las mismas utilizadas por nuestro dinamómetro (Cybex Norm) y los dinamómetros de nueva generación (Humac Norm). Esta conclusión se debe a que en el manual de partes y servicios de los dinamómetros de nueva generación siguen referenciando al mismo manual desde 1995 elaborados para el dinamómetro Cybex Norm. (59)

A pesar de lo investigado, se trató de comunicar directamente con la empresa CSMI en busca de información primaria para saber cuáles serían los cambios en la tecnología utilizada para la medición de fuerza por el dinamómetro Cybex Norm en comparación a los dinamómetros de nueva generación. A través de un correo electrónico directo en la página de la empresa CSMI, se solicitó orientación sobre los probables cambios en la confiabilidad del dinamómetro en estos 18 años de uso. **(Anexo-4)** Sin embargo no se obtuvo respuesta por parte de la empresa mencionada.

Como complemento se decidió verificar la hoja de vida de nuestro dinamómetro en el centro de ciencias del deporte, Coldeportes. Se comprobó las calibraciones necesarias y recomendadas por el manual del usuario del dinamómetro Cybex Norm (cada 6 meses aproximadamente). Además se realizó una entrevista telefónica con el Ingeniero Biomédico Carlos Castillo de la empresa TLM Andina, empresa que actualmente tiene el contrato del servicio técnico para nuestro dinamómetro. En la entrevista telefónica mencionó que en las múltiples evaluaciones el dinamómetro nunca ha sufrido daños estructurales en el sistema de medición de la fuerza y que los datos arrojados durante todos estos años se podrían considerar como confiables.

Aspectos éticos

La base de datos de las pruebas de dinamometría isocinética fue manejada con todo el respeto y privacidad del caso, así como toda la información que se encuentra en ella según lo disponen los diferentes manuales de ética médica y como lo dispone la ley 1995 de 1999.

En la búsqueda de esta investigación, se cumplió con los principios de beneficencia, justicia, autonomía y no maleficencia. Además se actuó con respeto y responsabilidad frente a los datos obtenidos de cada deportista.

Se respetó la privacidad de los nombres y de toda la información reunida en la base de datos. Además cabe resaltar que información se utilizó solo con fines investigativos y se garantizó la buena fe de los investigadores.

A pesar de que el trabajo se realizó con un mínimo riesgo para los deportistas, se envió el trabajo para revisión del comité de ética de la Universidad el Bosque. Sin embargo, vicerrectoría de investigaciones realizó un comunicado oficial (NUR.049-2018) mencionando que los avales o aprobaciones técnicas y éticas se deben realizar con carácter previo a la ejecución de los proyectos.

Plan de tabulación y análisis

Se realizó la observación y organización de la base de datos en Microsoft Excel 2013. Además, se realizó la depuración de la información no necesaria para evitar errores de tabulación previa al análisis. Esta estrategia sirvió como control y transferencia ordenada de los datos que se utilizaron para el análisis estadístico y epidemiológico en el programa SPSS IBM V.22.

En cuanto al diseño del análisis estadístico se utilizó el análisis empleado por Zvijac y col en el trabajo descriptivo de valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla en jugadores de fútbol americano.(31) Como parte del análisis se realizaron las pruebas de normalidad de distribución de los grupos a evaluar. Se estimó la distribución de los grupos a través de métodos de Kolmogorov-Smirnoff y ya que la distribución de la muestra fue normal, se planteó en realizar métodos paramétricos.

Debido a los objetivos y al diseño metodológico se realizaron estrategias de estadística descriptiva. Las medidas estadísticas utilizadas fueron: medidas de frecuencia, medidas de tendencia central (media), intervalo de confianza al 95% (límite inferior y superior del valor de referencia) y medidas de dispersión (desviación estándar, deciles o cuartiles). Cabe señalar que en los anexos se encuentran las tablas con los grupos evaluados en deciles ($n > 30$ sujetos) y en cuartiles ($n < 30$ sujetos). Además, si es que el grupo a evaluar tenía menos de 5 sujetos no se realizó la evaluación en cuartiles. Cabe destacar que los gráficos fueron diseñados en GraphPad Prism 7.04 y se decidió utilizar gráficos de barras (media) y bigotes (IC 95%).

Objetivos	Variables	Plan de Tabulación
Determinar los valores de referencia de torque pico isocinético (N·m) de flexores y extensores de rodilla por deporte, por edad y por sexo	<ul style="list-style-type: none">•Torque pico isocinético•Grupos de edad•Sexo•Deportes•Lateralidad	<ul style="list-style-type: none">• Tabla de distribución del torque pico isocinético de flexores y extensores de rodilla.• Gráficos de datos caracterizados y comparados por grupo edad, sexo, deportes y lateralidad.

<p>Determinar los valores de torque pico isocinético de flexores y extensores de rodilla relativos al peso (N·m/kg) categorizados por deporte, por edad y por sexo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Torque pico isocinético •Peso •Sexo •Grupos de edad •Deportes 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de distribución del torque pico isocinético de flexores y extensores de rodilla relativo al peso. • Gráficos de datos caracterizados y comparados por sexo, grupo edad y por deportes.
<p>Determinar los valores de balance muscular (flexores/extensores) de rodilla de miembro inferior derecho e izquierdo, categorizados por deporte, por edad y por sexo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Torque pico isocinético •Sexo •Grupos de edad •Deportes •Lateralidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de distribución de los datos de balance muscular de rodilla.. • Gráficos caracterizados y comparados por sexo, edad, deportes y lateralidad del deportista.
<p>Determinar los valores de asimetría muscular del grupo flexor y extensor (derecho/izquierdo) categorizados por deporte, por edad y por sexo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Torque pico isocinético • Sexo • Grupos de edad • Deportes • Grupo Muscular 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de distribución de los datos de asimetría musculares del grupo flexor y extensor. • Gráficos de datos caracterizados y comparados por sexo, edad, deportes y el grupo muscular evaluado.

Organigrama

Investigador Principal:	<ul style="list-style-type: none">• Dr. Camilo Chiquito Freile
Asesores Temáticos:	<ul style="list-style-type: none">• Dr. Mauricio Serrato (4)• Dr. Gustavo Castro (2)
Asesor Metodológico y Estadístico:	<ul style="list-style-type: none">• Dr. Alberto Lineros(4)• Dr. Oscar Ortiz (3)
Agradecimientos a colaboradores:	<ul style="list-style-type: none">• Centro de Ciencias del Deporte, Coldeportes.

Entre paréntesis número de asesorías realizada con cada asesor.

Cronograma

Actividades	Meses de duración						
	11/17	01/18	02/18	03/18	04/18	05/18	06/18
Presentación Protocolo							
Recolección de información							
Tabulación de Datos							
Análisis de resultados							
Documento final							

Presupuesto

Rubro/Fuente	Cantidad	Descripción	Valor individual	Subtotales
Recursos Humanos (Personal)				
Investigador Principal	200 horas	Costo valor hora/trabajo	\$50.000	\$10'000.000
Asesores Metodológicos	20 horas	Costo valor hora/trabajo	\$70.000	\$1'400.000
Asesores Temáticos	20 horas	Costo valor hora/trabajo	\$70.000	\$1'400.000
Total personal				\$12'800.000
Recursos Físicos (Insumos)				
Impresión del trabajo	100 copias	Costo/ hoja de impresión	\$0.200	\$20.000
Encuadernación del trabajo	1 copia	Costo por encuadernación del trabajo	\$ 50.000	\$ 50.000
IBM SPSS V.22	1 software	Costo de valor de instalación del software	\$100.000	\$100.000
Total Insumos				\$ 170.000
TOTAL				\$12'970.000

Resultados

Participantes

En la base de datos se obtuvo un total de 3013 pruebas isocinéticas de rodilla de selecciones Colombia entre 1997-2015. Del total, el 76% (n= 2291) tuvieron que ser excluidos por no cumplir los criterios de elegibilidad y principalmente por cumplir los criterios de exclusión (datos incompletos). Entre las principales causas de datos incompletos se encontraron: falta de nombre del deportista (n= 365; 16%), falta de fecha de nacimiento (n= 364; 16%), falta de fecha del día de la prueba (n=87; 4%), falta peso corporal el día de la prueba (n= 730; 31%), pruebas repetidas por deportista (n= 156; 7%) y pruebas de deportes con muestra menor de 30 sujetos (n= 589; 26%). Posterior a la exclusión de las pruebas quedó una muestra total de 722 pruebas (24% de la muestra total inicial). En base a esta muestra se realizó la evaluación para elegibilidad y se separaron las pruebas con deportistas lesionados (n= 135; 18%) y pruebas de sujetos con edad menor de 18 años o mayor de 60 años (n=264; 36%). De este modo se obtuvo el total de pruebas reclutadas de la base de datos con una muestra final de 323, de las cuales las clasificamos por sexo (mujeres, n= 53, 16%; hombres, n= 270, 84%) y por deportes (ciclismo ruta, n= 82, 25%; fútbol, n= 166, 51%; patinaje carreras, n= 40, 13%; taekwondo, n= 35, 11%). En el **Anexo-5** se observa el diagrama de flujo de los participantes que excluimos durante el proceso, los participantes que no cumplieron criterios de elegibilidad y los disponibles para el análisis.

Datos descriptivos

Como parte del análisis estadístico, en primera instancia se realizaron las pruebas de normalidad de la distribución de la muestra (Prueba de Kolmogorov-Smirnoff). Se puede apreciar que todos los grupos evaluados resultaron tener una distribución normal y por lo tanto se realizaron medidas paramétricas. Por lo tanto, se practicó un análisis estadístico descriptivo de la media, desviación estándar e intervalo de confianza al 95% para cada una de las variables como: torque pico absoluto, torque pico relativo, asimetría muscular y balance muscular. Para mayor utilidad intelectual y académica, los resultados se mostraron en tablas y figuras de acuerdo a los objetivos del trabajo. Además, como parte del análisis estadístico se evaluó la distribución de los grupos en deciles y cuartiles dependiendo de la cantidad de muestra. Cabe destacar que en los grupos con menos de 5 sujetos (Hombres; 35-39 años) no se pudo realizar la evaluación en cuartiles por muestra insuficiente. Todos los resultados de las variables de fuerza isocinética fueron categorizados por sexo-deporte y sexo-grupo de edad como planteamos en la metodología del trabajo. Cabe destacar que la comparación de hombres y mujeres solo se pudo realizar en fútbol, ya que solo obtuvimos muestra significativa de mujeres futbolistas.

En la **Tabla 1** se describen las características demográficas de los participantes del estudio. La muestra total (n= 323) fue descrita y dividida por diferentes promedios de edad según el sexo y deporte: mujeres-fútbol, 20.46 ± 2.93 (n = 53), y hombres, 22.51 ± 4.33 (n = 270); ciclismo ruta, 23.19 ± 4.61 (n = 82); fútbol, 22.54 ± 4.57 (n = 113); patinaje carreras, 20.44 ± 1.76 (n = 40) y taekwondo, 23.18 ± 4.32 (n = 35). Además, la muestra total se caracterizó por diferentes promedios de peso de acuerdo al sexo y deporte: mujeres-fútbol, 56.66 ± 6.34 (n = 53), y hombres, 68.34 ± 8.37 (n = 270); ciclismo ruta, 63.37 ± 6.58 (n = 82); fútbol, 72.13 ± 7.62 (n = 113); patinaje carreras, 68.55 ± 6.98 (n = 40) y taekwondo, 67.51 ± 9.77 (n = 35).

Tabla 1. Características demográficas de los participantes del estudio.
(Muestra categorizada por sexo – deporte. Análisis de la media \pm desviación estándar para los valores de edad y peso)

Sexo - Deporte	Edad (años) (Media \pm DE)	Peso (Kg) (Media \pm DE)
Mujeres-Fútbol, n= 53	20.46 ± 2.93	56.66 ± 6.34
Hombres, n= 270	22.51 ± 4.33	68.34 ± 8.37
Ciclismo Ruta, n= 82	23.19 ± 4.61	63.37 ± 6.58
Fútbol, n= 113	22.54 ± 4.57	72.13 ± 7.62
Patinaje Carreras, n= 40	20.44 ± 1.76	68.55 ± 6.98
Taekwondo, n= 35	23.18 ± 4.32	67.51 ± 9.77

Resultados principales

Análisis por sexo – deporte

Torque pico absoluto-Torque pico relativo

En la **Tabla-2** se aprecian los valores de media, desviación estándar y los intervalos de confianza al 95% (valores de referencia) de las variables isocinéticas como torque pico absoluto y torque pico relativo de cada uno de los grupos musculares evaluados categorizados por sexo y deporte. Ya que solo hay resultados de mujeres en fútbol, al comparar los resultados de hombres y mujeres futbolistas, los

hombres tienen valores superiores de torque pico absoluto y torque pico relativo en los cuatro grupos musculares (**Figura-5**) (**Figura-6**).

Al realizar la comparación solo en hombres por deportes, se encontró que el fútbol reportó una media de mayor torque pico absoluto en flexores de rodilla (flexor derecho: 137.73 ± 70.00 ; flexor izquierdo: 129.88 ± 73.46) (**Figura-7**). Sin embargo, los deportistas de ciclismo de ruta desarrollaron mayor torque pico relativo del mismo grupo muscular (flexor derecho: 2.12 ± 1.64 ; flexor izquierdo: 2.01 ± 1.74) (**Figura-8**). En cambio, al analizar los extensores de rodilla el promedio más alto lo obtuvieron los deportistas de patinaje de carreras, tanto de torque pico absoluto (extensor derecho: 225.98 ± 109.57 ; extensor izquierdo: 218.80 ± 101.30) como de torque pico relativo (extensor derecho: 3.30 ± 1.73 ; extensor izquierdo: 3.19 ± 1.58). (**Figura-7**)(**Figura-8**) Además, se desarrolló la evaluación de los grupos por sexo-deporte en deciles de acuerdo al torque pico absoluto y torque pico relativo.(**Anexo-6**)

Tabla-2. Valores de referencia de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) de los cuatro grupos musculares de rodilla categorizados por sexo y deportes. (Se detallan los valores de media \pm desviación estándar (DE) e intervalo de confianza al 95 % (IC 95%))

Sexo - Deportes	Miembro Inferior Derecho		Miembro Inferior Izquierdo	
	Flexor Media \pm DE (IC 95%)	Extensor Media \pm DE (IC 95%)	Flexor Media \pm DE (IC 95%)	Extensor Media \pm DE (IC 95%)
Mujeres-Fútbol n=53				
N·m	85.51 ± 18.02 (80.54 – 90.48)	130.36 ± 20.73 (124.64 – 136.07)	82.30 ± 15.38 (78.06 – 86.54)	125.98 ± 21.06 (120.18 – 131.79)
N·m/kg	1.51 ± 0.32 (1.42 – 1.60)	2.30 ± 0.33 (2.21 – 2.40)	1.45 ± 0.27 (1.38 – 1.53)	2.22 ± 0.33 (2.13 – 2.32)
Hombres, n=270				
N·m	137.73 ± 70.00 (129.34 – 146.12)	210.36 ± 88.71 (199.73 – 220.99)	129.88 ± 73.46 (121.02 – 138.68)	204.63 ± 85.55 (194.37 – 214.88)
N·m/kg	2.01 ± 1.04 (1.89 – 2.14)	3.08 ± 1.31 (2.92 – 3.23)	1.90 ± 1.11 (1.77 – 2.03)	2.99 ± 1.23 (2.84 – 3.14)
Ciclismo, n=82				
N·m	135.43 ± 109.57 (111.35 – 159.50)	199.35 ± 129.79 (170.83- 227.87)	128.73 ± 116.38 (103.16 – 154.30)	192.98 ± 127.35 (164.99 – 220.96)
N·m/kg	2.12 ± 1.64 (1.76 – 2.48)	3.14 ± 1.96 (2.71 – 3.57)	2.01 ± 1.74 (1.73 – 2.39)	3.03 ± 1.87 (2.62 – 3.44)

Fútbol, n=113				
N·m	140.34 ± 29.10 (134.91 – 145.76)	215.97 ± 35.52 (209.35 – 222.59)	130.75 ± 24.70 (126.17 – 135.34)	210.04 ± 35.46 (203.43 – 216.65)
N·m/kg	1.95 ± 0.38 (1.87 – 2.02)	3.00 ± 0.43 (2.92 – 3.08)	1.82 ± 0.33 (1.75 – 1.88)	2.91 ± 0.41 (2.83 – 2.99)
Patinaje Carreras, n=40				
N·m	138.75 ± 71.98 (115.73 – 161.77)	225.98 ± 109.57 (190.83 – 260.92)	136.43 ± 81.27 (110.43 – 162.42)	218.80 ± 101.30 (186.38 – 251.22)
N·m/kg	2.02 ± 1.12 (1.66 – 2.38)	3.30 ± 1.73 (2.74 – 3.85)	1.99 ± 1.28 (1.58 – 2.40)	3.19 ± 1.58 (2.68 – 3.70)
Taekwondo, n=35				
N·m	133.54 ± 37.12 (120.79 – 146.30)	200.26 ± 58.50 (180.16 – 220.35)	122.26 ± 27.20 (112.91 – 131.60)	198.23 ± 51.40 (180.57 – 215.89)
N·m/kg	1.98 ± 0.52 (1.80 – 2.16)	2.93 ± 0.58 (2.73 – 3.14)	1.82 ± 0.40 (1.68 – 1.95)	2.91 ± 0.50 (2.74 – 3.09)

Figura-5. Valores de torque pico absoluto (N·m) para cada grupo muscular de rodilla categorizados por sexo en fútbol. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

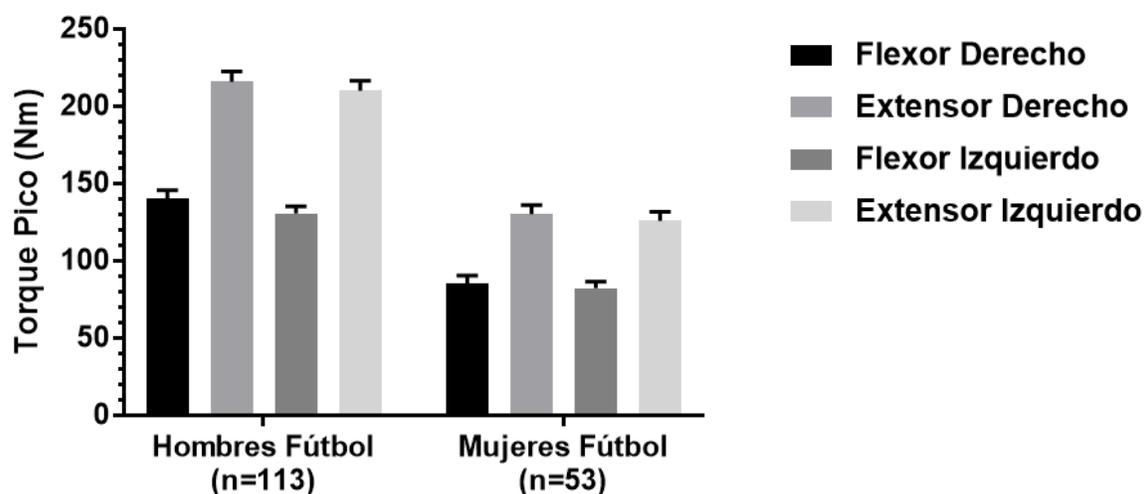


Figura-6. Valores de torque pico relativo (N·m/kg) para cada grupo muscular de rodilla categorizados por sexo en fútbol. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

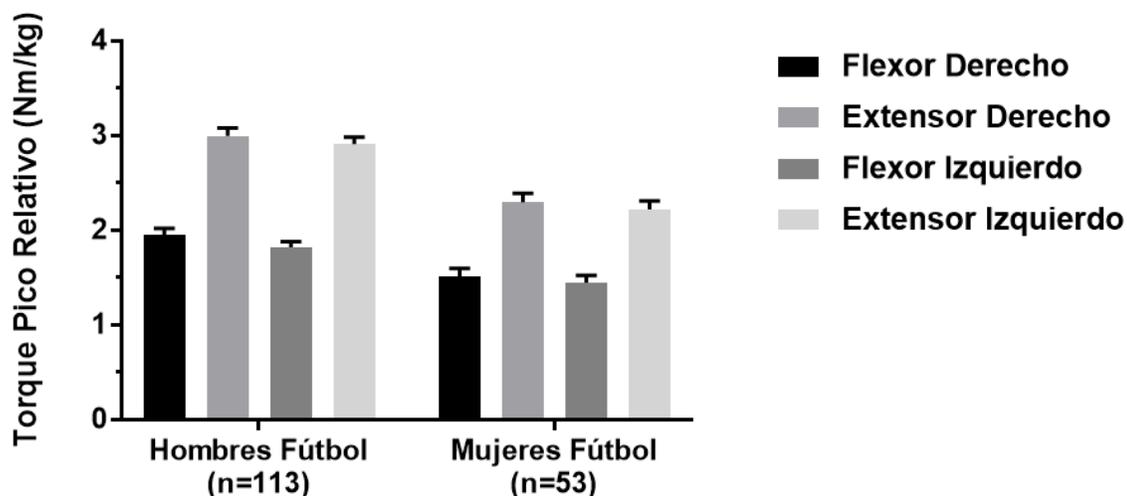


Figura-7. Valores de torque pico absoluto (N·m) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizados por deporte. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%) (Deportes: CR= ciclismo ruta, F= fútbol, PC= patinaje carreras y T= taekwondo)

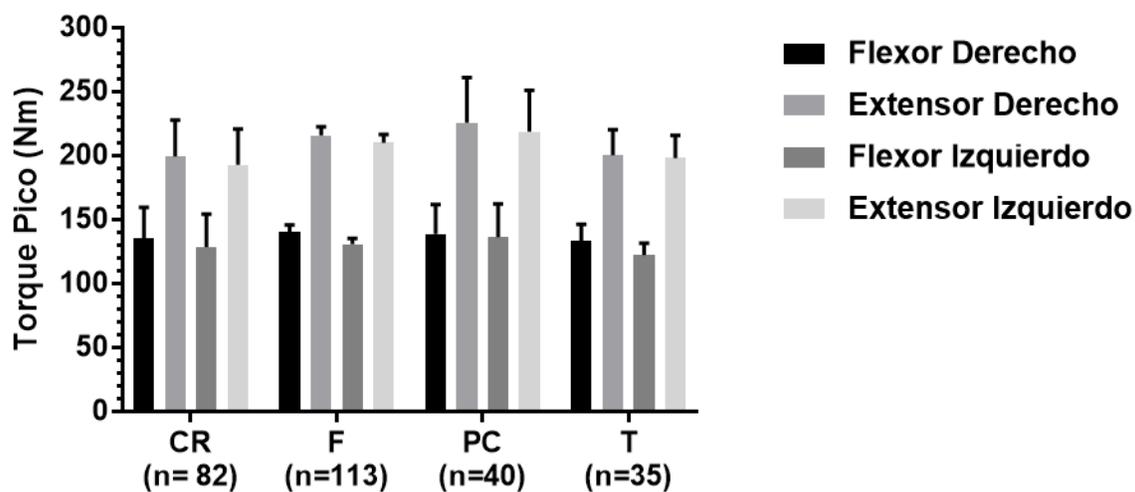
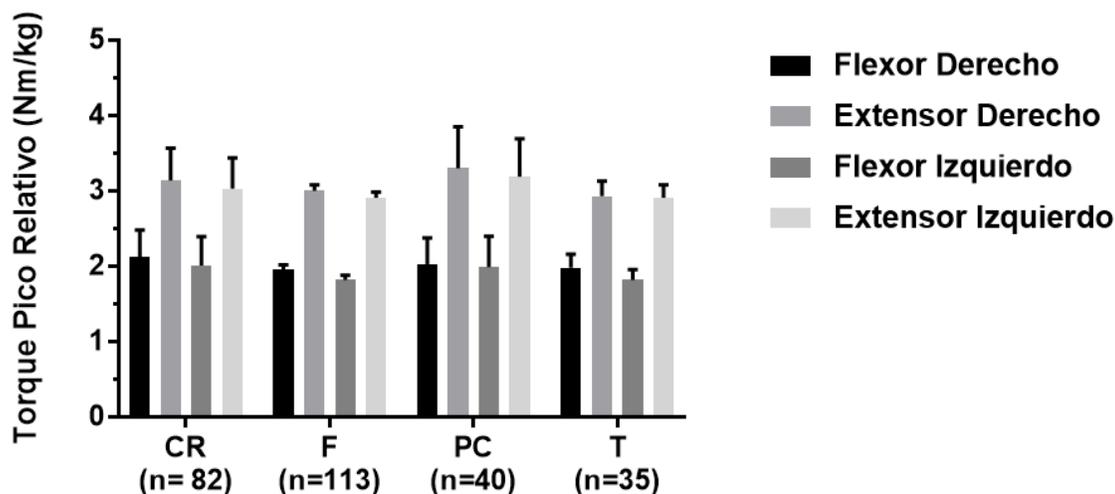


Figura-8. Valores de torque pico relativo (N·m/kg) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizados por deporte. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%) (Deportes: CR= ciclismo ruta, F= fútbol, PC= patinaje carreras y T= taekwondo)



Asimetría-Balance

En la **Tabla-3** se observan los valores de media, desviación estándar y los intervalos de confianza al 95% (valores de referencia) de las variables isocinéticas de asimetría muscular y balance muscular categorizados por sexo en fútbol. Con respecto a la asimetría muscular, los hombres futbolistas presentaron mayor asimetría hacia la derecha de los flexores de rodilla en comparación que las mujeres futbolistas. (**Figura-9**) Sin embargo los valores de balance muscular del miembro inferior derecho e izquierdo fueron similares entre ambos sexos en fútbol.(**Figura-10**)

Al realizar la comparación entre diferentes deportes en hombres, los deportistas de taekwondo tienen mayor promedio de asimetría en flexores de rodilla (6.62 ± 11.78), en cambio los deportistas de ciclismo ruta tienen mayor promedio de asimetría en extensores de rodilla (2.70 ± 10.18).(**Figura-11**) Al comparar los valores de balance muscular en hombres entre diferentes deportes, se puede apreciar que los deportistas de taekwondo tienen mayor promedio de balance muscular del miembro inferior derecho (68.90 ± 18.04) y los deportistas de ciclismo ruta tienen mayor promedio de balance muscular de miembro inferior izquierdo (64.45 ± 12.38).(**Figura-12**) A continuación, se realizó la evaluación de la distribución por deciles de la asimetría muscular y balance muscular en grupos por sexo-deporte. (**Anexo-7**)

Tabla-3. Valores de referencia de asimetría muscular (flexor y extensor) (%) y balance muscular (derecho e izquierdo) (%) de rodilla categorizados por sexo y deportes. (Se detallan los valores de media \pm desviación estándar (DE) e intervalo de confianza al 95 % (IC 95%))

Sexo - Deportes	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexor Media ± DE (IC 95%)	Extensor Media ± DE (IC 95%)	Derecho Media ± DE (IC 95%)	Izquierdo Media ± DE (IC 95%)
Mujeres-Fútbol, n=53	2.64 ± 12.42 (-0.77 - +6.07)	2.87 ± 10.71 (-0.07 - +5.83)	66.54 ± 15.87 (62.16 - 70.91)	66.24 ± 13.68 (62.47 - 70.02)
Hombres, n=270	5.40 ± 11.77 (+3.99 - +6.81)	2.04 ± 11.34 (+0.68 - +3.40)	65.83 ± 13.72 (64.19 - 67.48)	63.45 ± 12.71 (61.93 - 64.97)
Ciclismo Ruta, n=82	6.32 ± 10.83 (+3.94 - +8.70)	2.70 ± 10.18 (+0.47 - 4.94)	66.96 ± 12.85 (64.13 - 69.78)	64.45 ± 12.38 (61.73 - 67.17)
Fútbol, n=113	5.57 ± 12.91 (+3.16 - +7.98)	2.11 ± 12.23 (-0.16 - +4.39)	65.72 ± 13.91 (63.13 - 68.31)	63.04 ± 11.68 (60.87 - 65.22)
Patinaje Carreras, n=40	1.94 ± 9.80 (-1.19 - +5.07)	2.54 ± 11.35 (-1.08 - +6.17)	61.16 ± 9.14 (58.24 - 64.09)	61.98 ± 12.14 (58.10 - 65.87)
Taekwondo, n=35	6.62 ± 11.78 (+2.58 - +10.67)	-0.30 ± 11.06 (-4.10 - +3.49)	68.90 ± 18.04 (62.70 - 75.09)	64.09 ± 17.00 (58.25 - 69.93)

Figura-9. Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexor y extensor) categorizados por sexo en fútbol. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

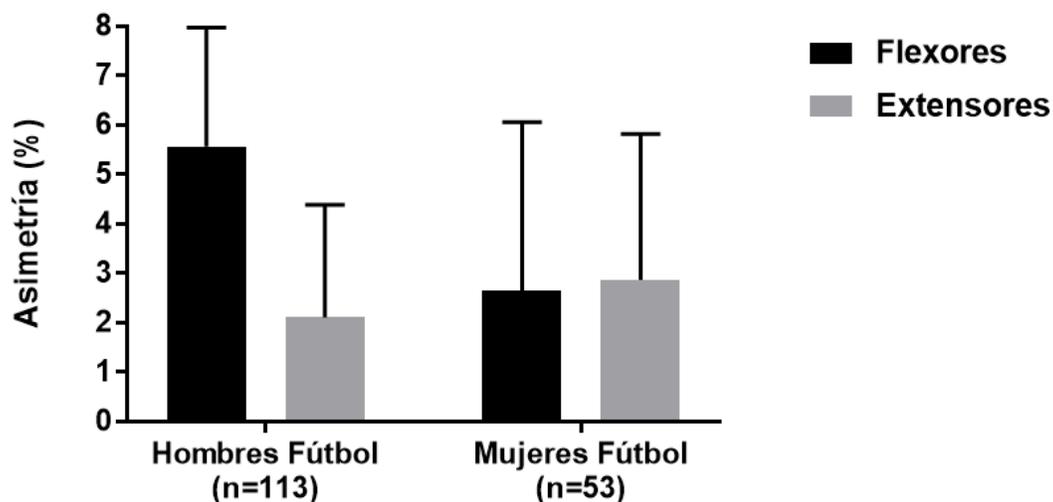


Figura-10. Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) categorizados por sexo en fútbol. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

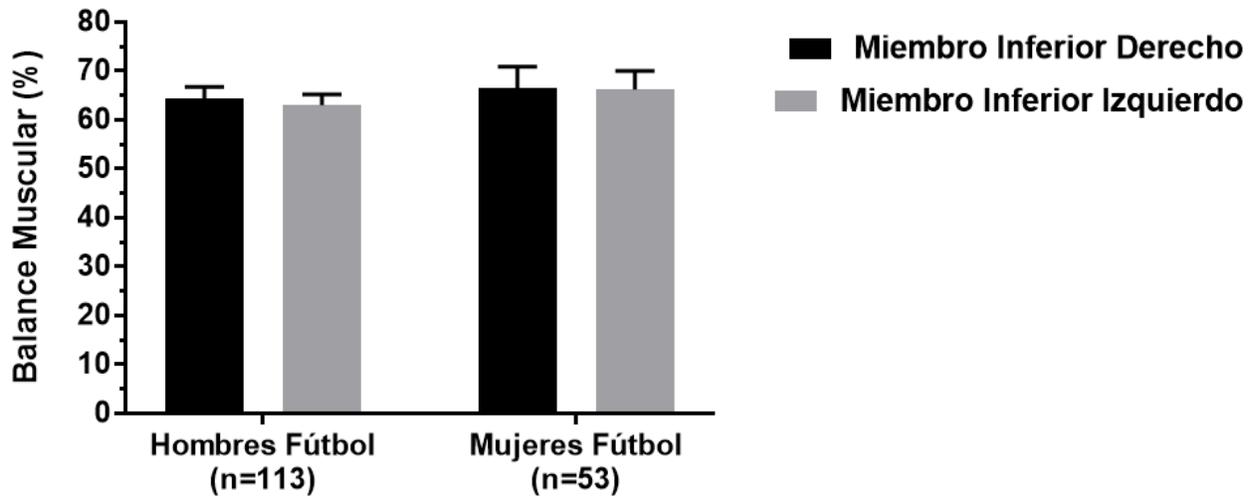


Figura-11. Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexor y extensor) en hombres categorizado por deporte. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%) (Deportes: CR= ciclismo ruta, F= fútbol, PC= patinaje carreras y T= taekwondo)

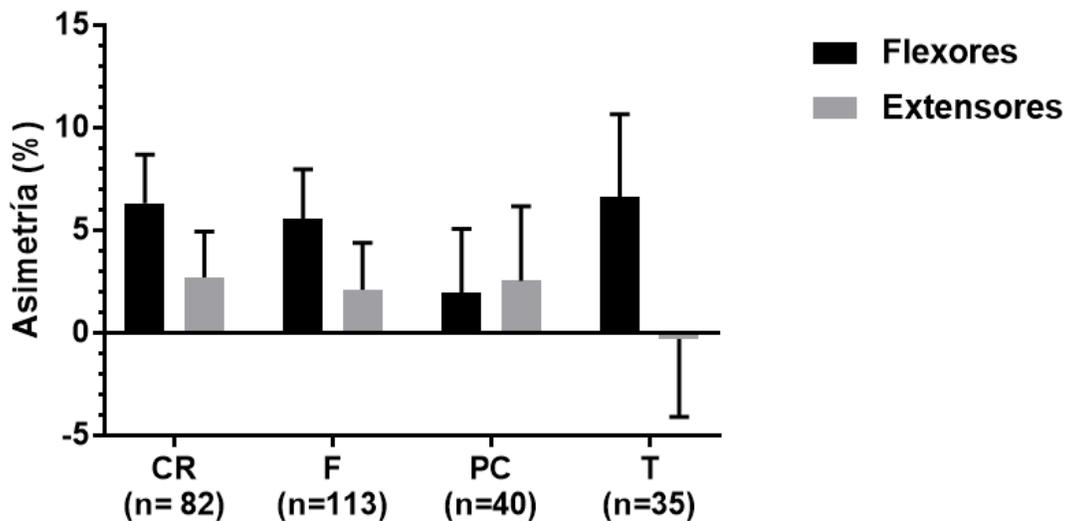
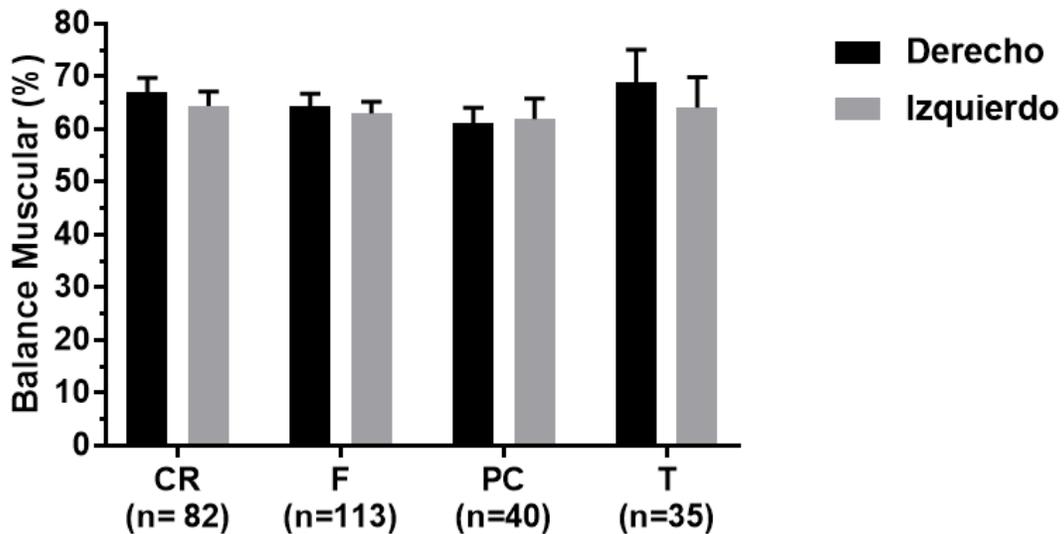


Figura-12. Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en hombres categorizado por deporte. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%) (Deportes: CR= ciclismo ruta, F= fútbol, PC= patinaje carreras y T= taekwondo)



Análisis por sexo-grupos de edad

Torque pico absoluto-Torque pico relativo

En la **Tabla-4** se observan los valores de media, desviación estándar y los intervalos de confianza al 95% (valores de referencia) de las variables isocinéticas de torque pico absoluto y torque pico relativo categorizados por sexo y grupos de edad. Al comparar por separado las mujeres futbolistas, los valores de torque pico absoluto el grupo de edad de 18-19 años tuvieron mayor media de torque pico absoluto de flexores de rodilla en comparación a los otros grupos de edad (flexor derecho: 88.75 ± 20.52 ; flexor izquierdo: 85.31 ± 16.66). No obstante, el grupo de edad de 20-24 años tuvieron mayor media de torque pico absoluto de extensor derecho (133.44 ± 19.26) y el grupo de 25-29 años tuvieron mayor media de torque pico absoluto en extensor izquierdo (133.40 ± 25.24). (**Figura-13**) Al analizar los datos de la media del torque pico relativo, el grupo de edad de 18-19 años tuvieron mayor media de flexores de rodilla (flexor derecho: 1.59 ± 0.36 ; flexor izquierdo: 1.53 ± 0.29). En cambio al analizar los extensores de rodilla, el grupo de edad de 18-19 años tuvieron mayor media del extensor derecho (2.32 ± 0.39) y el grupo de edad de 25-29 años tuvieron mayor media del extensor izquierdo (2.36 ± 0.47). (**Figura-14**)

Tabla-4. Valores de referencia de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) de los cuatro grupos musculares de rodilla categorizados por sexo y grupos de edad. (Se detallan los valores de media ± desviación estándar (DE) e intervalo de confianza al 95 % (IC 95%))

Sexo Grupo de Edad	Miembro Inferior Derecho		Miembro Inferior Izquierdo	
	Flexor Media ± DE (IC 95%)	Extensor Media ± DE (IC 95%)	Flexor Media ± DE (IC 95%)	Extensor Media ± DE (IC 95%)
Mujeres-Fútbol, n=53				
18 - 19, n=32				
N·m	88.75 ± 20.52 (81.35 – 96.16)	128.94 ± 22.85 (120.70 – 137.18)	85.31 ± 16.66 (79.31 – 91.32)	123.75 ± 20.49 (116.36 – 131.14)
N·m/kg	1.59 ± 0.36 (1.46 – 1.70)	2.32 ± 0.39 (2.17 – 2.46)	1.53 ± 0.29 (1.42 – 1.64)	2.22 ± 0.32 (2.10 – 2.34)
20 - 24, n=16				
N·m	81.25 ± 13.37 (74.12 – 88.38)	133.44 ± 19.26 (123.17 – 143.70)	77.13 ± 12.88 (70.26 – 83.99)	128.13 ± 21.59 (116.62 – 139.63)
N·m/kg	1.39 ± 0.22 (1.27 – 1.51)	2.22 ± 0.25 (2.14 – 2.41)	1.32 ± 0.21 (1.20 – 1.43)	2.19 ± 0.31 (2.02 – 2.35)
25 - 29, n=5				
N·m	78.40 ± 8.38 (67.99 – 88.81)	129.60 ± 9.88 (117.32 – 141.88)	79.60 ± 10.71 (66.30 – 92.90)	133.40 ± 25.24 (102.05 – 164.75)
N·m/kg	1.38 ± 0.73 (1.21 – 1.55)	2.29 ± 0.12 (2.13 – 2.44)	1.41 ± 0.20 (1.15 – 1.66)	2.36 ± 0.47 (1.77 – 2.95)
Hombres, n=270				
18 - 19, n=105				
N·m	126.03 ± 32.96 (119.65 – 132.41)	193.61 ± 37.17 (186.42 – 200.80)	117.95 ± 28.71 (112.40 – 123.51)	188.81 ± 37.94 (181.47 – 196.15)
N·m/kg	1.88 ± 0.45 (1.79 – 1.97)	2.89 ± 0.47 (2.80 – 2.99)	1.76 ± 0.40 (1.69 – 1.84)	2.82 ± 0.48 (2.73 – 2.92)
20 - 24, n=99				
N·m	148.99 ± 91.72 (130.70 – 167.28)	227.25 ± 115.82 (204.15 – 250.35)	142.12 ± 98.73 (122.43 – 161.81)	219.75 ± 116.32 (196.55 – 242.95)
N·m/kg	2.18 ± 1.32	3.33 ± 1.69	2.08 ± 1.43	3.22 ± 1.68

	(1.92 – 2.45)	(3.00 – 3.67)	(1.79 – 2.37)	(2.88 – 3.56)
25 – 29, n=45				
N·m	144.88 ± 84.43 (119.48 – 170.21)	218.11 ± 108.39 (185.54 – 250.68)	136.33 ± 90.42 (109.17 – 163.50)	213.82 ± 92.27 (186.10 – 241.54)
N·m/kg	2.08 ± 1.43 (1.65 – 2.51)	3.11 ± 1.78 (2.58 – 3.65)	1.96 ± 1.54 (1.50 – 2.42)	3.03 ± 1.45 (2.59 – 3.47)
30 – 34, n=18				
N·m	131.00 ± 44.69 (108.77 – 153.23)	202.67 ± 63.99 (170.84 – 234.49)	119.78 ± 30.06 (104.83 – 134.73)	196.78 ± 56.90 (166.48 – 225.08)
N·m/kg	1.78 ± 0.45 (1.56 – 2.01)	2.76 ± 0.62 (2.46 – 3.07)	1.65 ± 0.32 (1.49 – 1.81)	2.69 ± 0.53 (2.42 – 2.96)
35 – 39, n=3				
N·m	109.33 ± 17.09 (66.86 – 151.81)	168.67 ± 52.53 (38.15 – 299.18)	107.00 ± 15.52 (68.44 – 145.56)	168.33 ± 54.07 (34.00 – 302.67)
N·m/kg	1.51 ± 0.34 (0.64 – 2.37)	2.30 ± 0.66 (0.64 – 3.96)	1.47 ± 0.30 (0.71 – 2.24)	2.28 ± 0.61 (0.75 – 3.81)

Figura-13. Valores de torque pico absoluto (N·m) para cada grupo muscular de rodilla en mujeres futbolistas categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

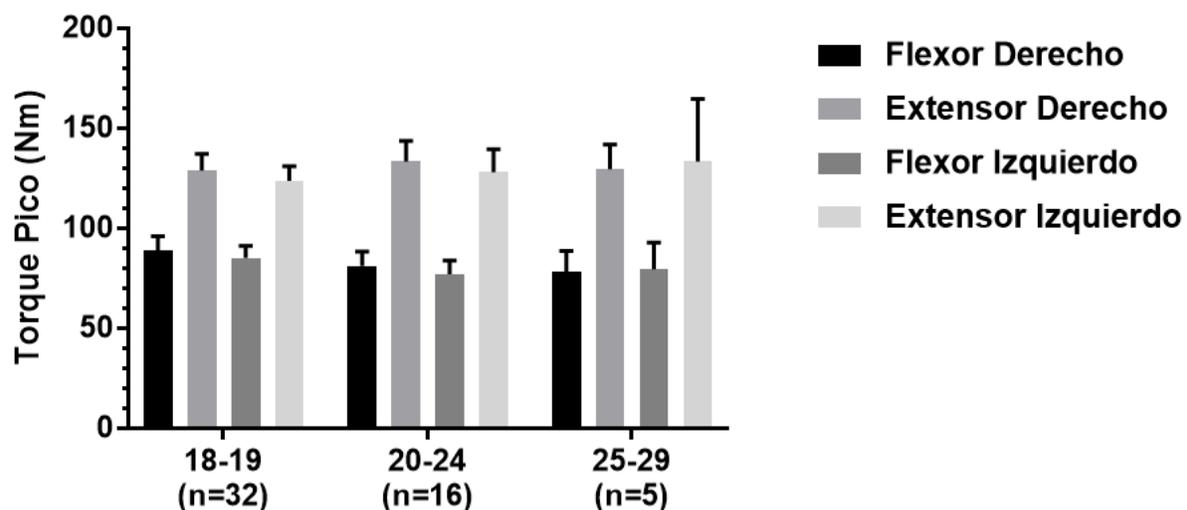
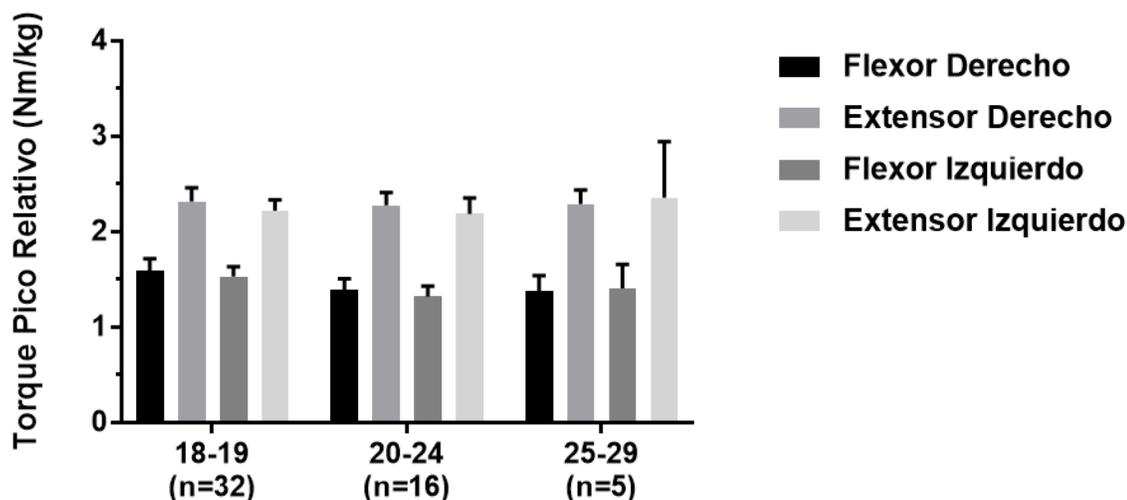


Figura-14. *Valores de torque pico relativo (N·m/kg) para cada grupo muscular de rodilla en mujeres futbolistas categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)*



Ahora bien al comparar por separado a los hombres: el grupo de 20-24 años obtuvo mayor media de torque pico absoluto de flexores y extensores de rodilla (flexor derecho: 148.99 ± 91.72 ; flexor izquierdo: 142.12 ± 98.73 ; extensor derecho: 227.25 ± 115.82 ; extensor izquierdo: 219.75 ± 116.32). **(Figura-15)** De igual modo al analizar los resultados de torque pico relativo, el mismo grupo de edad de 20-24 también tuvo mayor media, tanto de flexores como de extensores de rodilla comparado con los otros grupos de edad evaluados (flexor derecho: 2.18 ± 1.32 ; flexor izquierdo: 2.08 ± 1.43 ; extensor derecho: 3.33 ± 1.69 ; extensor izquierdo: 3.22 ± 1.68). **(Figura-16)** A continuación, se realizó la evaluación del torque pico absoluto y torque pico relativo en grupos por sexo-grupo de edad en deciles ($n > 30$ datos) y cuartiles ($n < 30$ datos). Las tablas de deciles y cuartiles se muestran en el **Anexo-8**.

Figura-15. Valores de torque pico absoluto (N·m) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

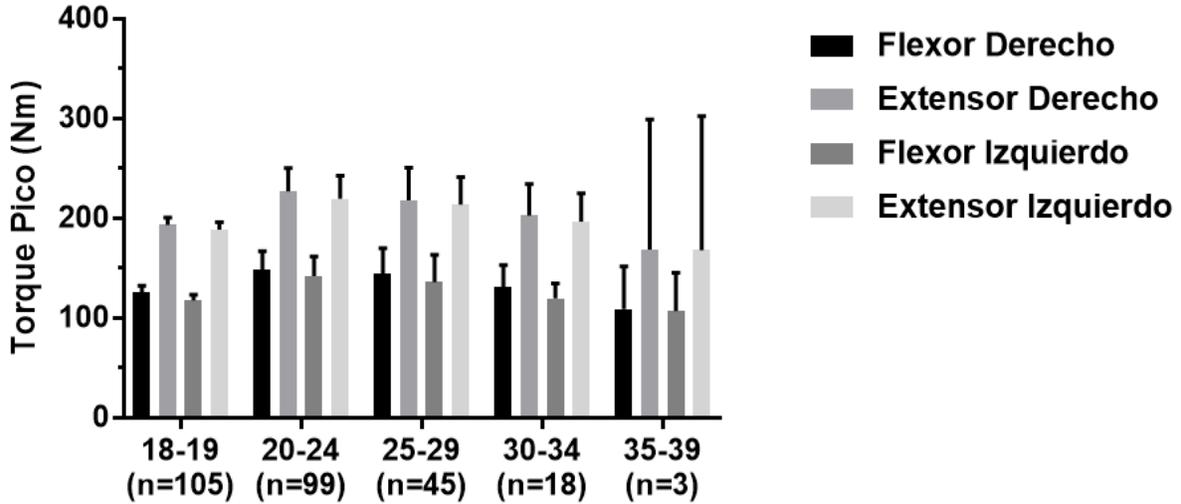
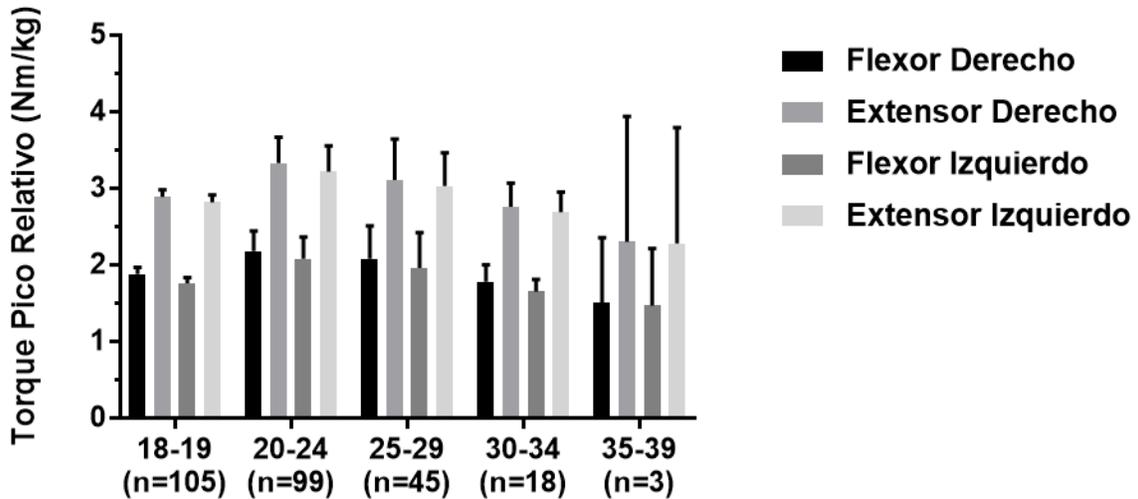


Figura-16. Valores de torque pico relativo (N·m/kg) para cada grupo muscular de rodilla en hombres categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)



Asimetría-Balance

En la **Tabla-5** se observan los valores de media, desviación estándar y los valores de intervalos de confianza al 95% (valores de referencia) de las variables isocinéticas de asimetría muscular y balance muscular categorizados por sexo y grupos de edad. Con respecto a los resultados de asimetría muscular por grupo de edad en las mujeres futbolistas: el grupo de 20-24 años tuvieron mayor media de asimetría de flexores y extensores hacia la derecha (flexor: $+4.56 \pm 10.22$; extensor: $+3.93 \pm 8.45$). (**Figura-17**) En cambio al comparar la media de los datos de balance muscular, el grupo de edad de 18-19 años tuvieron valores más altos (miembro inferior derecho: 70.19 ± 18.91 ; miembro inferior izquierdo: 69.91 ± 15.30). (**Figura-18**)

Tabla-5. Valores de referencia de asimetría muscular (flexor y extensor) (%) y balance muscular (derecho e izquierdo) (%) de rodilla categorizado por sexo y grupos de edad. (Se detallan los valores de media \pm desviación estándar (DE) e intervalo de confianza al 95 % (IC 95%))

Sexo – Grupo de Edad	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexor Media \pm DE (IC 95%)	Extensor Media \pm DE (IC 95%)	Derecho Media \pm DE (IC 95%)	Izquierdo Media \pm DE (IC 95%)
Mujeres Futbol, n=53				
18 – 19, n=32	2.52 ± 12.39 (-1.93 - +7.00)	3.26 ± 10.27 (-0.43 - +6.97)	70.19 ± 18.91 (63.37 – 77.01)	69.91 ± 15.30 (64.39 – 75.42)
20 - 24, n=16	4.56 ± 10.22 (-0.88 - +10.01)	3.93 ± 8.45 (-0.56 - +8.44)	61.13 ± 7.53 (57.11 – 65.14)	60.56 ± 7.20 (56.72 – 64.40)
25 – 29, n=5	-2.77 ± 19.30 (-26.74 - +21.19)	-2.99 ± 18.91 (-26.48 - +20.48)	60.47 ± 4.38 (55.03 – 65.91)	60.99 ± 12.45 (45.53 – 76.46)
Hombres, n=270				
18 – 19, n=105	5.12 ± 13.22 (+2.56 – +7.68)	2.00 ± 10.95 (-0.11 - +4.12)	65.88 ± 15.98 (62.78 – 68.97)	63.41 ± 14.04 (60.69 – 66.12)

20 - 24, n=99	5.16 ± 11.07 (+2.95 - +7.37)	3.04 ± 11.21 (+0.80 - +5.28)	64.97 ± 10.00 (62.97 - 66.96)	63.67 ± 10.88 (61.50 - 65.84)
25 - 29, n=45	6.67 ± 9.68 (+3.76 - +9.58)	0.34 ± 12.64 (-3.48 - +4.17)	67.76 ± 15.67 (63.05 - 72.47)	63.45 ± 14.24 (59.17 - 67.73)
30 - 34, n=18	5.68 ± 12.67 (-0.62 - +11.98)	1.48 ± 10.87 (-3.92 - +6.89)	65.00 ± 11.86 (59.09 - 70.90)	61.89 ± 9.65 (57.09 - 66.69)
35 - 39, n=3	1.94 ± 6.01 (-12.99 - +16.87)	-0.69 ± 13.80 (-34.99 - +33.59)	68.85 ± 20.46 (18.01 - 119.69)	67.21 ± 18.49 (19.00 - 115.42)

En la evaluación a los hombres en todos los deportes: todos los grupos de edad tienen la tendencia de mayor media de asimetría de flexores y extensores hacia la derecha (valor positivo). Sin embargo en el análisis por grupo muscular, el grupo de edad de 25-29 años tuvo mayor valor de media de flexores ($+6.67 \pm 9.68$) y el grupo de edad de 20-24 años tuvo mayor valor de media de extensores ($+3.04 \pm 11.21$). **(Figura-19)** En cambio al comparar los resultados de balance muscular, el grupo de edad 25-29 años tuvo mayor media del miembro inferior derecho (67.76 ± 15.67) y el grupo de edad de 20-24 años tuvo mayor media del miembro inferior izquierdo (63.67 ± 10.88). **(Figura-20)** A continuación, se mostró la evaluación de la asimetría muscular y balance muscular por sexo-grupo de edad en deciles ($n > 30$ datos) y cuartiles ($n < 30$ datos) en las tablas del **Anexo-9**.

Figura-17. Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexores y extensores) en mujeres futbolistas categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)

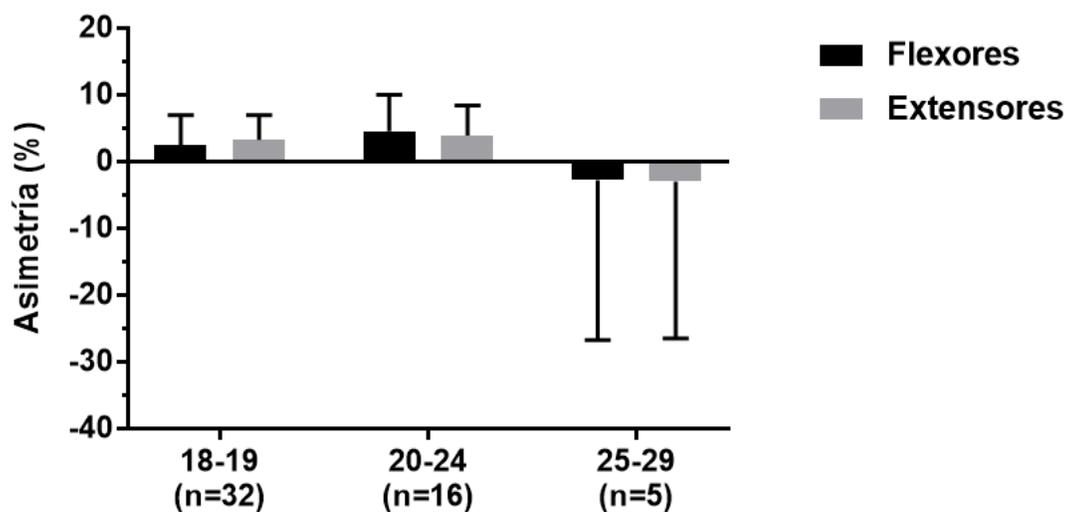


Figura-18. *Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en mujeres futbolistas categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)*

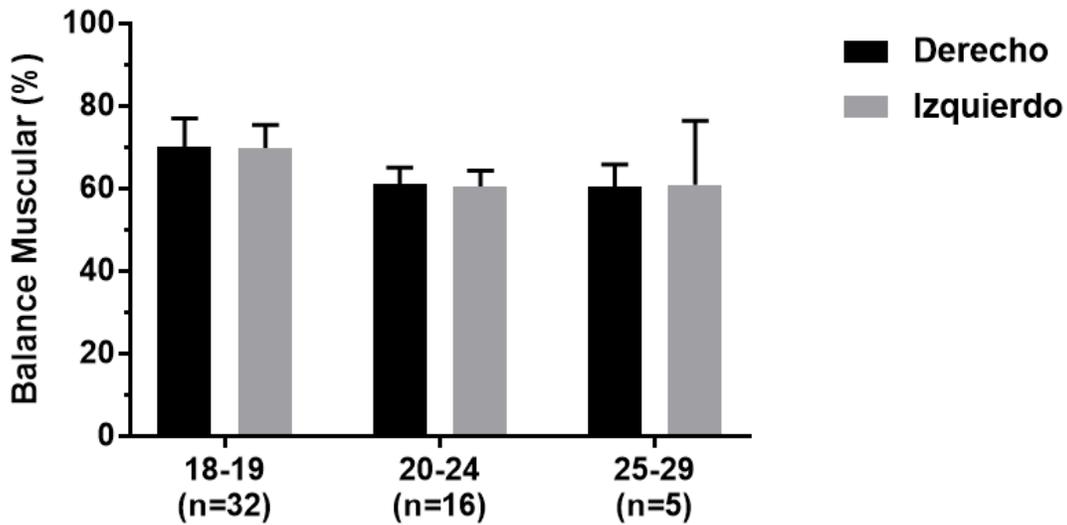


Figura-19. *Valores de asimetría muscular (%) para cada grupo muscular de rodilla (flexores y extensores) en hombres categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)*

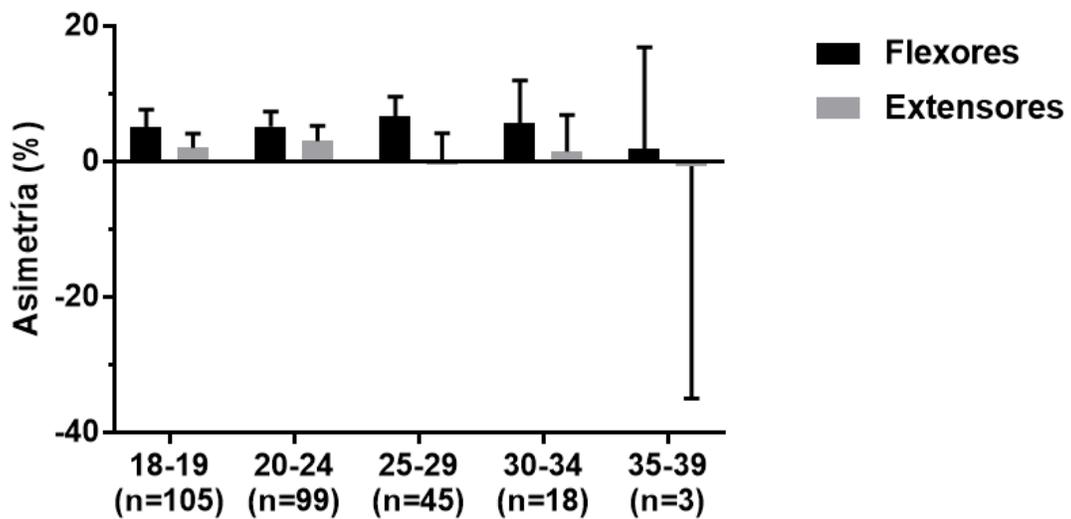
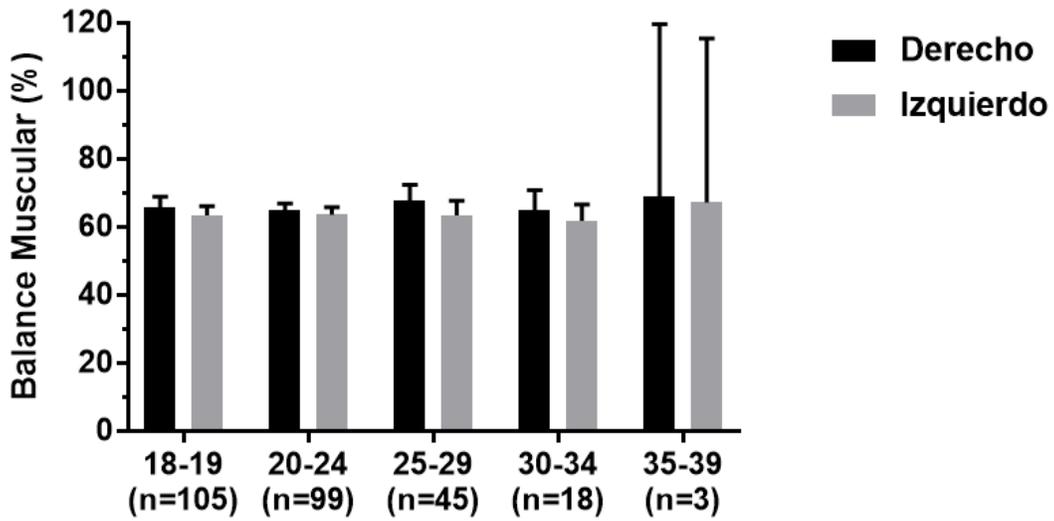


Figura-20. Valores de balance muscular (%) para cada miembro inferior (derecho e izquierdo) en hombres categorizado por grupos de edad. (Las barras muestran el valor de la media y los bigotes el límite del intervalo de confianza al 95%)



Discusión

Resultados Clave

En el análisis detallado de los resultados, se describieron varios puntos clave a mencionar. En el contexto de la comparación entre la fuerza isocinética entre ambos sexos en fútbol, los hombres tuvieron valores mayores de torque pico absoluto y de torque pico relativo en los cuatro grupos musculares de rodilla en comparación a las mujeres. En cambio en el análisis de los hombres divididos por deportes se encontró que los futbolistas tuvieron mayor torque pico absoluto en flexores de rodilla pero los deportistas de patinaje carreras tienen mayor torque pico absoluto de extensores de rodilla. Sin embargo, cuando se normalizaron los valores de fuerza para el peso corporal la interpretación cambia y se evidenció que los deportistas de ciclismo ruta tuvieron mayor torque pico relativo en flexores de rodilla y los deportistas de patinaje de carreras tuvieron mayor torque pico relativo en extensores de rodilla.

Al categorizar los resultados de las mujeres futbolistas por grupo de edad, se encontró que el grupo de 18-19 años tuvo una media mayor de torque pico absoluto y relativo de flexores de rodilla pero el grupo de 25-29 años tuvo mayor media de torque pico absoluto de extensores de rodilla. Mientras que en los hombres de todos los deportes cuando se analizaron por grupo de edad, el grupo de edad de 20-24 años tuvo mayor media de torque pico absoluto y torque pico relativo en los cuatro grupos musculares de rodilla.

Cuando se compararon los valores de asimetría de hombres y mujeres exclusivamente en fútbol, se encontró que los hombres tuvieron mayor asimetría de flexores de rodilla hacia la derecha y las mujeres tuvieron mayor asimetría de extensores de rodilla hacia la derecha. En cuanto al balance muscular, los valores mostrados de hombres y mujeres exclusivos en fútbol fueron bastante similares tanto en el miembro inferior derecho como en el izquierdo.

En cambio cuando se compararon los diferentes deportes en los hombres, los deportistas de taekwondo mostraron mayor media de asimetría en flexores de rodilla y los deportistas de ciclismo ruta tuvieron mayor asimetría hacia la derecha en extensores de rodilla. El único grupo que mostró asimetría con tendencia hacia negativo fue en extensores de rodilla en los deportistas de taekwondo. Por otro lado, cuando se analizaron diferentes deportes en hombres se evidenció que la media de balance muscular de miembro inferior derecho fue mayor taekwondo y en miembro inferior izquierdo fue mayor en ciclismo de ruta.

Posibles mecanismos y explicaciones

Diferencias por sexo en fútbol

Uno de los principales hallazgos fueron las diferencias de fuerza absoluta y relativa que existieron entre futbolistas mujeres y futbolistas hombres. Los posibles mecanismos hormonales y fisiológicos que diferencian a hombres de mujeres del mismo deporte en la contracción muscular fueron evidentes en los resultados de torque pico absoluto y relativo en estos deportistas. Sin embargo, se pudo apreciar que las mujeres y hombres del mismo deporte tuvieron valores similares de balance muscular a diferencia de lo reportado en algunos trabajos de la literatura médica.(57)

Diferencias por deporte en hombres

Es conocido que las características mecánicas y fisiológicas cada tipo de entrenamiento otorgan ciertas diferencias de expresión de la fuerza.(54) Debido a esto, uno de los principales objetivos del trabajo fue categorizar la muestra por deportes para comprobar si habían diferencias en el perfil de fuerza isocinética. Sin embargo, se encontró que los valores de media de torque pico absoluto, torque pico relativo, asimetría muscular y balance musculares difirieron entre cada los deportes. Debido a que los resultados fueron tan distintos entre los cuatro tipos de deportistas en hombres, quedó en evidencia la importancia de tener en el futuro los valores de referencia específicos para cada deporte.

Diferencias por grupo de edad en mujeres futbolistas

Como parte del análisis de perfil de fuerza isocinética por grupos de edad, en mujeres futbolistas se encontró que existe una tendencia de mayor media de torque pico absoluto y relativo en flexores de rodilla en el grupo de menor edad (18-19 años). Sin embargo, se evidenció un cambio en esta tendencia en el torque pico absoluto y relativo de los extensores de rodilla con mayor media en el grupo de mediana edad (20-24 años).Este hallazgo nos lleva a una interpretación diferente a la encontrada en la literatura, donde se ha encontrado que las mujeres desarrollan mayor fuerza en flexores de rodilla a mayor edad.

Diferencias por grupo de edad en hombres de diferentes deportes

En cambio en el grupo de hombres de diferentes deportes los resultados del perfil de fuerza isocinética fueron más uniformes. El grupo de edad de 20-24 años tuvo mayor media en los cuatro grupos musculares de torque pico absoluto y relativo. Este hallazgo se evidenció debido a que los hombres tienen un pico de maduración fisiológicas del sistema osteomuscular en correlación con su pico de rendimiento deportivo en esa etapa de la vida deportiva.

Comparación con otros estudios.

Como parte de la discusión se realizó una revisión de la literatura científica para comparar los resultados contra otros estudios del ambiente académico. Cabe destacar que se llevó a cabo una estrategia de búsqueda en las principales bases de datos como: Medline (pubmed), Embase, LILACS y Cochrane. En la **Tabla-6**, se aprecia las palabras claves que se utilizaron en la revisión: "muscle strength dynamometer", "isokinetic". "bicycling", "soccer", "skating" y "martial arts". Estas palabras fueron seleccionadas como parte de la estrategia de búsqueda específica para cada base de dato y de acuerdo a cada tipo de deporte relacionado con nuestros resultados.

Tabla-6. Resumen de la metodología de búsqueda y artículos utilizados en la revisión bibliográfica en la comparación de la discusión. (Términos médicos para cada base de datos; número de artículos totales y seleccionados)

Bases de Datos	Metodología de Búsqueda (Ejemplo por cada deporte)	Artículos Totales	Artículos Seleccionados
PubMed (Medline)	("Muscle Strength Dynamometer"[Mesh] OR "Isokinetic") AND ("Soccer"[Mesh])	Bicycling = 102 Soccer= 167 Martial Arts=38 Skating= 6	Bicycling = 1 Soccer= 7 Martial Arts= 2 Skating= 0
Embase	("muscle strength dynamometer" or isokinetic) and soccer	Bicycling = 22 Soccer= 96 Martial Arts= 21 Skating= 5	Bicycling = 0 Soccer= 1 Martial Arts= 0 Skating= 0
LILACS	("muscle strength dynamometer" or isokinetic) and soccer	Bicycling = 0 Soccer= 25 Martial Arts= 5 Skating= 0	Bicycling = 0 Soccer= 3 Martial Arts= 0 Skating= 0
Cochrane	("muscle strength dynamometer" or isokinetic) and soccer	Bicycling = 69 Soccer= 20 Martial Arts= 6 Skating= 3	Bicycling = 0 Soccer= 0 Martial Arts= 0 Skating= 0
Total		Bicycling = 193 Soccer= 308 Martial Arts= 70 Skating= 19	Bicycling = 1 Soccer= 11 Martial Arts= 2 Skating= 0

La selección de los estudios se realizaron de acuerdo a la contextualización del diseño metodológico (criterios de inclusión y exclusión) y también se tuvo en cuenta que sean las mismas variables del trabajo. Por ejemplo, se decidió seleccionar únicamente los trabajos que organizaran la lateralidad en miembro inferior derecho y en miembro inferior izquierdo, ya que algunos trabajos clasifican la lateralidad de miembros inferiores en dominante y no dominante. En total se seleccionaron un total de 14 estudios en tres diferentes deportes (ciclismo= 1, fútbol= 11 y taekwondo= 2). En el **Anexo-10** y **Anexo-11** se aprecian los estudios revisados para la discusión de acuerdo a las variables isocinéticas (**Anexo-10** = torque pico absoluto y relativo) (**Anexo-11**= asimetría y balance muscular). En cada una de las tablas se muestran las características de cada trabajo: autor, año de publicación, muestra total, sexo, tipo de deporte, posición de la prueba, rango de movilidad articular, repeticiones de calentamiento, repeticiones de la prueba, velocidad angular de la prueba y marca del dinamómetro isocinético implementado en el estudio.

Como parte del análisis de comparación se clasificaron de acuerdo al sexo y a la variable isocinética. En cuanto al análisis de las mujeres, Silva y col muestran en 15 jugadoras profesionales de fútbol que los cuatro grupos musculares de rodilla mostraron mayor media de torque en comparación con lo que se apreció en los resultados (flexor derecho= 133.3 ± 30.5 N·m, flexor izquierdo= 116.5 ± 18.8 N·m, extensor derecho= 198.5 ± 44.1 N·m y extensor izquierdo= 203.6 ± 38.1 N·m). Cabe destacar que estas diferencias probablemente se deben a que el promedio de edad era mayor y también el promedio de peso corporal. (60)(**Anexo-10**) Por otra parte, Andrade y col realizaron un estudio con una muestra de 17 mujeres de fútbol profesional, el cual muestran en los resultados que el promedio combinado del balance muscular es de 54 ± 11 %. Al comparar dichos resultados se encontró que dicho valor comparativamente es menor probablemente porque realizó el promedio del balance del lado dominante y no dominante, por lo tanto no se estimó la posible asimetría que puede influir en los resultados. (61)(**Anexo-11**)

En cambio en los hombres se encontraron un mayor número de estudios en el que se pudieron comparar los resultados y se decidió realizar una comparación detallada de acuerdo al deporte y a la variable isocinética. Al comparar torque pico absoluto en futbolistas profesionales, Jeon y col realizaron un trabajo de caracterización de fuerza (n=15) y se apreció que el flexor derecho (133.6 ± 28.8 N·m), extensor derecho (207.8 ± 23.2 N·m) y extensor izquierdo (202.7 ± 33.1 N·m) tuvieron menor media de torque pico absoluto, probablemente debido a que la muestra era muy reducida y el protocolo fue diseñado únicamente con tres repeticiones en cada velocidad angular. (62)(**Anexo-10**) En otro trabajo. Fousekis y col en un estudio de asociación de riesgo de lesiones de isquiotibiales, se aprecian resultados menores de torque pico absoluto de flexor izquierdo, extensor derecho y extensor izquierdo probablemente debido a que reportaron pocos años de edad deportiva y además realizaron las pruebas en otro tipo de dinamómetro isocinético (Biodex). (63)(**Anexo-10**)

Además se analizaron algunos trabajos con resultados de torque pico absoluto con valores mayores en los cuatro grupos musculares. Entre los estudios más relevantes se encontraron: Portella y col (n= 20)(64), Furlan y col (n= 39)(65), Fousekis y col (n=83)(45) y Gioftsiduo y col (n= 35)(66). En estos estudios se puede apreciar que la muestra es bastante reducida y la distribución es más amplia en

comparación a los resultados de este trabajo. Además no hubo uniformidad del protocolo de evaluación y no se utilizó el mismo tipo de dinamómetro isocinético (Biodex). (**Anexo-6**) Cabe destacar que solo el trabajo de Gioftsidiu y col fue realizado con el mismo dinamómetro isocinético utilizado en nuestro trabajo (Cybex Norm).(66) En la comparación de los resultados de torque pico relativo en futbolistas masculinos, Furlan y col (n=39) mostraron menor media de torque pico relativo (flexor derecho= 1.05 ± 0.23 N·m/kg, flexor izquierdo= 1.03 ± 0.14 N·m/kg, extensor derecho= 1.05 ± 0.23 N·m/kg, extensor izquierdo= 1.70 ± 0.23 N·m/kg). Estos resultados inferiores probablemente se explicaron debido a que el promedio de peso fue mayor (78.1 ± 7.8 kg) y esta característica hace que la relativización por peso corporal haya sido menor. (65)

También se realizó la comparación de asimetrías en futbolistas masculinos, por ejemplo en el trabajo Gioftsidiu y col se encontraron resultados con mayor asimetría tanto en flexores ($+15 \pm 7$ %) como en extensores ($+24 \pm 15$ %) debido a que en este trabajo la muestra fue muy inferior (n= 35) y se realizaron las evaluación durante la fase de pretemporada. (66) Por otro lado, analizamos los resultados de balance muscular en el trabajo de Andrade y col (n= 52; fútbol) y se puede apreciar que el promedio combinado fue superior (66 ± 12 %), probablemente a que el promedio de edad fue mayor ($24.6+3.8$ años) y al hacer un promedio de los dos miembros inferiores se pueden afectar los resultados. (61) En cambio Jeon y col mostraron resultados de balance muscular derecho de manera inferior (64.1 ± 10.9 %), probablemente debido a que la muestra en estudio fue muy inferior y la distribución de la muestra fue muy amplia .(62) En cambio en los trabajos de Mazuquin y col (67), Greco y col, (68) y Zabka y col,(65) se observaron resultados con menor balance muscular probablemente porque realizaron promedios de ambos miembros inferiores y también porque las muestras de futbolistas fueron notablemente inferiores.(**Anexo-11**)

Dentro de la revisión bibliográfica se encontraron muy pocos trabajos de caracterización de fuerza isocinética en deportes como el ciclismo de ruta, patinaje de carreras y taekwondo. Cabe destacar que no se encontraron trabajos en patinaje de carreras. En cuanto a ciclismo, Brughelli y col muestras valores de torque pico absoluto inferiores (promedio combinado flexores= 129.3 ± 20.9 N·m; promedio combinado extensores= 181.4 ± 21.6 N·m). Sin embargo llama la atención que los valores de desviación estándar fueron muy inferiores probablemente por las características de la población más homogénea. (69)

Por otra parte en taekwondo, solo se pudieron seleccionar dos trabajos para poder comparar los resultados. Machado y col en el que nos muestran los resultados de torque pico absoluto menores probablemente por el nivel competitivo y el número de la muestra reducida. Sin embargo cabe destacar que en dicho estudio también se incluyeron deportistas profesionales pero menores de 18 años (n= 5; Edad= 18 ± 3 años).(70) En otro trabajo, Seo y col realizaron un estudio de intervención en deportistas de Taekwondo universitario (n= 22), en el que muestran los resultados previos a la intervención de una pretemporada de entrenamiento. Al analizar los datos de fuerza isocinética previo a la pretemporada podemos evidenciar que: el flexor derecho (1.82 ± 2.43 N·m/kg), extensor derecho (2.74 ± 3.98 N·m/kg) y el extensor izquierdo (2.71 ± 3.71 N·m/kg) fueron evidentemente inferiores. Se puede apreciar que aunque la muestra no fue despreciable, al ser deportistas universitarios los valores

absolutos de fuerza suelen ser menores a los deportistas profesionales o de ciclo olímpico. (71)
(Anexo-10)

Limitaciones: fuentes de sesgo e imprecisión

Evidentemente se presentaron ciertas limitaciones relacionados con el error atribuido por sesgos de selección y sesgos de medición o información. De cierta manera, la actitud frente a los sesgos evitables fue de tratar de disminuir sus efectos en los resultados para aumentar la validez interna del trabajo. Sin embargo, también se presentaron sesgos inevitables el cual hay que mencionarlos ya que influyen en la validez externa.

Los sesgos de selección ocurren mayormente en los estudios retrospectivos cuando hay error en la manera de seleccionar la muestra y conduce a una estimación diferente a la población blanco. La imprecisión existió debido a un error sistemático entre los sujetos seleccionados y no seleccionados para el estudio.(72,73) Debido a errores en la base de datos se tuvieron que descartar una gran cantidad de valores. Aunque parezca un error mayor, se tuvo que cumplir necesariamente los criterios de inclusión y exclusión para poder describir óptimamente los valores de fuerza isocinéticas. En el diagrama de flujo se muestra la cantidad de datos que se descartaron por registro incompletos como: falta de peso corporal (n= 730; 31%) y el retiro de los datos de los deportes con muestra menor a 30 sujetos (n= 589; 26%). Es inevitable mencionar que la gran pérdida de datos influye en la validez externa y en la aplicabilidad de nuestro trabajo en el ambiente deportivo. Por ejemplo, debido a la gran pérdida de datos solo se obtuvo un deporte (fútbol) en mujeres.

Los sesgos de medición se atribuyen cuando ocurre un defecto al medir la variable en estudio.(72) Durante el trabajo se tuvo que utilizar una herramienta de medición de fuerza y por lo tanto hay que aceptar el error de medición de dicha herramienta. Como se mencionó previamente, Impelizzeri y col realizaron un estudio de confiabilidad y validez de distintas variables isocinéticas en el mismo tipo de dinamómetro isocinético descrito en la metodología (Cybex Norm). Los resultados de error estándar fueron: entre 3.2% - 8.7% en los valores de balance muscular y entre 4.3% - 7.7% para el torque pico. (38) A pesar del inevitable error de medición del dinamómetro, se comprobó que en el centro de ciencias del deporte (Coldeportes) se siguió un estricto protocolo de evaluación y se cumplieron con las calibraciones pertinentes del dinamómetro isocinético.

Cabe destacar que no se tuvieron registros originales de las pruebas isocinéticas y por lo tanto se presentaron posibles errores de registro de los valores de torque pico isocinético de los cuatro grupos musculares de rodilla, del registro del peso corporal, de la fecha de nacimiento, del mal registro de lesiones osteomuscular, etc. Este tipo de sesgo probablemente afectó los resultados desde un punto de vista estadístico. Como estrategia preventiva se decidió de integrar la base de datos a una nueva hoja de Excel y se corroboraron dos veces los datos secundarios de la fuerza isocinética. En cambio,

se realizó la estrategia para clasificar las pruebas de deportistas lesionados a través del acceso a la base de datos de fisioterapia y medicina del deporte del centro de ciencias del deporte. Con esta herramienta se pudo corroborar que las pruebas incluidas estaban sin antecedente de lesiones en los últimos 6 meses previos a la prueba isocinética.

Interpretación global de los resultados.

De manera global los resultados fueron apuntados de acuerdo a los objetivos que se plantearon. El principal objetivo fue describir los valores de referencia y fueron expresados como el límite inferior y superior del intervalo de confianza al 95%. Para mayor orden y utilidad académica fueron detallados en forma de: torque pico absoluto y relativo para cada uno de los cuatro grupos musculares de rodilla (flexor derecho, flexor izquierdo, extensor derecho y extensor izquierdo), asimetría muscular (flexores y extensores) y el balance muscular (derecho e izquierdo). Además, se pudo mencionar que la interpretación y comparación de variables isocinéticas depende de la categorización planteada de acuerdo al sexo, al deporte y al grupo de edad.

Brevemente se pudo demostrar que existieron diferencias de torque pico absoluto y relativo entre hombres futbolistas y mujeres futbolistas en los cuatro grupos musculares de rodilla. Además se pudo comprobar que no existieron diferencias de asimetría y balance muscular entre hombres futbolistas y mujeres futbolistas. En cambio el análisis por deportes en hombres, se observó más claro que no hubo un deporte con mayor fuerza isocinética. De igual modo tampoco se encontró que las características propias de los deportes no desarrollaron mayor asimetría muscular o balance muscular muy distintos. Cabe destacar que a pesar de que los resultados fueron similares en distintos deportes, es indispensable que se utilicen los valores de referencia específicos para cada deporte.

Como se propuso previamente, se planteó un análisis estadístico descriptivo. Aunque parezca oportuno, nunca se tuvo como objetivo comparar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluado. Más que nada siempre se tuvo en cuenta que este trabajo va a ser de consulta las múltiples tablas de resultados de fuerza isocinética (media, desviación estándar, intervalo de confianza al 95%, deciles o cuartiles). Aunque fue mucha información por analizar, se expusieron de manera ordenada las tablas en los resultados y las tablas de percentiles en los anexos.

Generalización de los resultados: validez externa y aplicabilidad.

En el contexto científico la validez interna aumenta la validez externa de un trabajo de investigación. De acuerdo a este concepto se realizó un adecuado diseño metodológico con énfasis en la descripción y división de las variables. Sin embargo, cabe destacar que la descripción minuciosa y detalla del diseño metodológico aumentó la validez interna de los resultados. Estos conceptos fueron importantes al momento de poder utilizar los valores de referencia en una adecuada aplicabilidad y contextualización

en el deporte. Cabe destacar que gracias al cuidadoso cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, se podrá interpretar los valores de referencia en deportistas de alto rendimiento, entre 18 - 60 años de edad y sin lesiones deportivas de miembros inferiores. Además, también se pudo mencionar y recomendar que los valores de referencia de fuerza isocinética podrán ser comparados de acuerdo a los objetivos del trabajo como: sexo, deporte y grupo de edad.

Como previamente se mencionó, no se encontraron otros estudios en Colombia que mostraran resultados de valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla en deportistas. Por lo tanto la aplicabilidad y generalización es muy amplia en el ámbito de las ciencias del deporte. Es importante señalar que la gran mayoría de estudios que se utilizaron en la discusión tenían muestras inferiores, por lo tanto se comprobó la importancia a la muestra total que pudimos rescatar. También se pudo comprobar que en deportes como patinaje de carreras no se encontraron valores de fuerza isocinética, en cambio en deportes como ciclismo ruta y taekwondo no se encontraron valores de asimetría y balance muscular. Estos hallazgos llevan a interpretación que el uso de los resultados de este trabajo tiene un gran impacto en los deportes antes mencionados. En general se pudo encontrar muy pocas publicaciones sobre evaluación isocinética en estos deportes, por lo tanto la utilización de los resultados de este trabajo podrán ser utilizados de manera internacional.

La mayor aplicabilidad de los resultados radica en la incorporación de los valores de referencia como parte de los programas de prevención primaria y secundaria de lesiones osteomusculares de miembros inferiores en el deporte. Durante el trabajo se describieron valores de desviación estándar para establecer z-scores que podrán servir como límites de riesgo, cuidado y seguridad de lesiones deportivas. Además, también se mostraron resultados de deciles o cuartiles en tablas para poder determinar en qué situación se encuentra la fuerza isocinética de algún deportista en la práctica. Otro gran uso de los resultados radica en deportistas con lesiones osteomusculares de miembros inferiores que quieran compararse frente a los valores de referencia en el proceso de rehabilitación y retorno al deporte.

Otra gran aplicación del trabajo radica en el campo de la investigación y al ser un estudio descriptivo observacional puede ser el punto de partida para futuros ensayos clínicos, estudios de cohortes o casos y controles. Estos diseños de investigación pueden buscar asociaciones de riesgo de fuerza isocinética en lesiones osteomusculares de miembros inferiores en la población deportiva. También hay que mencionar que la utilidad de los valores de referencia en futuros estudios tendría que tener la contextualización que se ofrece en la descripción de los resultados de este trabajo (sexo, deporte y grupo de edad). En cuanto este tema, sería de gran utilidad realizar una base de datos adecuada a los objetivos de las futuras investigaciones. Sin embargo, se recomienda que se registre la dominancia del deportista, el peso corporal del día de la prueba, los antecedentes de lesiones o la edad en el día de la prueba.

Conclusiones

La principal utilidad de los valores de referencia se fundamenta en futuros programas de prevención primaria y secundaria de lesiones osteomusculares de miembros inferiores en deportistas de alto rendimiento. Así mismo, se pudo comprobar que en ciertos deportes como ciclismo, patinaje carreras y taekwondo no se publican frecuentemente en la literatura científica los valores de fuerza isocinética. Por lo tanto, este trabajo tendrá una gran influencia a nivel nacional e internacional.

Entre los grandes hallazgos más relevantes se puede mencionar que al comparar entre hombres y mujeres en fútbol existieron diferencias a favor de los hombres en fuerza absoluta en los cuatro grupos musculares de flexores y extensores de rodilla. En cambio en el grupo de hombres, al categorizar la muestra por deportes se encontraron resultados muy heterogéneos en los valores de fuerza absoluta y relativa. Estos resultados demostraron que no hay un deporte que domine todas las variables de cantidad de fuerza isocinética absoluta o relativa en los cuatro grupos musculares de rodilla.

Entre los hallazgos de asimetría muscular, se pudo demostrar que de manera general que los hombres y las mujeres en el mismo deporte (fútbol) tuvieron una tendencia de asimetría hacia la derecha (positivo) y sin tantas diferencias entre ellos. En cambio, en el grupo de los hombres al categorizar por deportes se pudo demostrar que todos los deportes también tuvieron una tendencia de asimetría hacia la derecha, excepto el grupo muscular de extensores en deportistas de taekwondo que mostraron asimetría hacia la izquierda (negativo). Por otro lado, cuando se analizó el balance muscular se pudo demostrar que los valores de manera general entre hombres y mujeres en el mismo deporte (fútbol) son muy similares. Este hallazgo llama mucha la atención, ya que muchos resultados de la literatura científica mencionan que los hombres por lo general tienen mayor balance muscular de rodilla.

En cuanto a las implicaciones de los resultados del trabajo en la práctica se pudieron analizar en tres futuras aplicaciones en la práctica. En primer lugar los valores de referencia pueden servir como comparación de los futuros resultados de pruebas isocinéticas en deportistas de alto rendimiento. Sin embargo proponemos de que la comparación se debe realizar respetando el contexto de los resultados categorizados por sexo, deporte y grupo de edad. En segundo lugar se pueden utilizar los valores de referencia como parte de protocolos de evaluación en programas de prevención primaria y en programas de rehabilitación (prevención secundaria). En tercer lugar se pueden utilizar los valores de referencia como método de comparación de normalidad y no solo utilizar la comparación intra sujeto como lo recomiendan los expertos en el tema.

Limitaciones y fortalezas del estudio

Limitaciones

Fisiología. Desde el punto de vista biomecánico, se ha discutido ampliamente la utilidad de la dinamometría isocinética en el deporte. Se sabe que la dinamometría isocinética se realiza en cadena cinética abierta, por lo tanto tiene poca correlación con movimientos funcionales del deporte. Además, otra limitación fisiológica fue la imposibilidad de estimar el tiempo durante la temporada en el que se realizaron las pruebas isocinéticas. Esto tiene importancia debido a que los resultados de las prueba pueden diferir si se realizan durante la fase pre competitiva o competitiva.

Metodología. Debido al diseño del trabajo se descartaron los valores de fuerza isocinética de la velocidad 180°/segundo y 300°/segundo. Por lo tanto, se puede criticar que solo se proporcionaron valores de referencia de solo una velocidad angular (60 °/segundo). Además, debido a los objetivos del trabajo solo se utilizaron cuatro variables isocinéticas (torque pico, torque pico relativo al peso, simetría muscular y balance muscular). La selección de pocas variables pudo haber tenido la limitación al momento de comparar los resultados con otros trabajos de la literatura científica.

Sesgos de selección. Posterior a la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión se descartaron una gran cantidad de datos. Las principales causas de la gran pérdida de datos fueron: falta de registro de los valores de fuerza isocinética, ausencia de fecha, ausencia del nombre y falta de fecha de nacimiento. De hecho, la pérdida de datos afectó la muestra total y por lo tanto hay la posibilidad de que los resultados se vean distorsionados. Por ejemplo, en el caso de la mujeres solo se describieron los valores de referencia de fuerza isocinética en un solo deporte (fútbol).

Sesgos de medición. Se tuvo en cuenta la estimación del error aleatorio propio de los resultados de las pruebas por dinamometría isocinética. Hay que mencionar que el error propio del dinamómetro isocinético (Cybex Norm) es entre 3.2% - 8.7% para los valores de balance muscular y entre 4.3% - 7.7% para el torque pico.(38) Además, se identificó que el desempeño del deportista durante la prueba isocinética, el procesamiento de los resultados y el registro manual sobre la base datos probablemente fueron fuentes importantes de sesgo de medición que se trataron de minimizar.

Fortalezas

Innovación. Lo original del trabajo fue la descripción de valores de fuerza isocinética categorizados por sexo, edad y en ciertos deportes no descritos previamente. Además, este trabajo puede ser el inicio de una nueva línea de investigación para realizar estudios epidemiológicos analíticos en el deporte. Se puede añadir que durante la discusión se realizó una búsqueda bibliográfica y se pudo encontrar muy pocos estudios que mostraran valores de fuerza isocinética de rodilla en ciertos deportes como ciclismo ruta, patinaje de carreras y taekwondo.

Diseño metodológico. En el diseño del trabajo se planteó la necesidad de categorizar la muestra por sexo, deporte y grupo de edad. Esta estrategia permitió tener resultados detallados del perfil de cada deportista y también se pudo comparar de manera más detallada los resultados con otros estudios. Además servirá para la comparación contextualizada de futuras pruebas isocinéticas de rodilla en otros deportistas.

Control de sesgo de medición. Como ya se describió en la metodología se realizó la investigación de algunos posibles sesgos de medición del dinamómetro. En el análisis se pudo apreciar que se realizaron las calibraciones adecuadas en el tiempo pertinente y que el dinamómetro nunca sufrió algún daño estructural que llegase a aumentar el error de medición. A través de este punto se trató de minimizar el error de medición durante tantos años de las pruebas isocinéticas y por lo tanto se trató de aumentar la validez externa de los resultados.

Aplicabilidad y generalización. En la actualidad, se conocen valores de referencia de fuerza isocinética de rodilla en sedentarios y en ciertos deportes. Sin embargo, debido a la amplia caracterización de la población estudiada (edad, sexo y deporte) se propone la utilización de los valores de referencia para diversas situaciones en el deporte. Las aplicaciones más relevantes de los valores de referencia en el deporte son: control fisiológico de la fuerza durante el entrenamiento, prevención primaria y prevención secundaria.

Consulta de resultados. Como se puede apreciar en los resultados, los resultados fueron descritos en forma de tablas para poder comparar la media, desviación estándar y el intervalo de confianza al 95%. Cabe resaltar que los límites del intervalo de confianza son propiamente los límites del llamado valor de referencia. Como si fuese poco también se agregó otro método de consulta en los anexos en forma de tablas de deciles y cuartiles dependiendo de la muestra de cada grupo. Esta estrategia de mostrar los resultados, podrá ayudar al momento de comparar los valores de referencia como herramienta de análisis de futuras pruebas isocinéticas en deportistas.

Bibliografía

- (1) Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994 Aug;20(2):60-73.
- (2) Davies, George J., DPT, MEd, SCS, ATC, CSCS, Ellenbecker, Todd S., DPT, MS, OCS, SCS, CSCS. *Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. Fourth Edition ed.*; 2012. p. 548-570.
- (3) Osternig LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 1986;14:45-80.
- (4) Kaeding CC, Borchers JR. *Hamstring and Quadriceps Injuries in Athletes : A Clinical Guide. 2014th ed.* Boston, MA: Springer; 2014.
- (5) Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012 Jul;42(7):601-614.
- (6) Di Stasi S, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013 Nov;43(11):11.
- (7) Calmels P, Minaire P. A review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disabil Rehabil* 1995 Aug-Sep;17(6):265-276.
- (8) Kannus P. Ratio of hamstring to quadriceps femoris muscles' strength in the anterior cruciate ligament insufficient knee. Relationship to long-term recovery. *Phys Ther* 1988 Jun;68(6):961-965.
- (9) J .M. Queraltó Compañó. El concepto de Valores de Referencia. *QUIMICA CLINICA* 1983;2(1):43-44.
- (10) Xavier Fuentes Arderiu. Intervalos de referencia biológicos. *NOTICONAQUIC* 2011;54:46-51.
- (11) J. Ordoñez Llanos. Obtención de los Valores de Referencia. *QUIMICA CLINICA* 1983;2(1):45-47.
- (12) Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967 Feb;47(2):114-117.
- (13) Hamill J, Knutzen KM. *Biomechanical basis of human movement. 3. ed., [internat. ed.] ed.* Philadelphia [u.a.]: Wolters Kluwer / Williams & Wilkins; 2009.
- (14) Fenn WO, Marsh BS. Muscular force at different speeds of shortening. *J Physiol (Lond)* 1935 Nov 22;85(3):277-297.

- (15) A. V. Hill. The Heat of Shortening and the Dynamic Constants of Muscle. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences 1938 Oct 10,;126(843):136-195.
- (16) Paavo V. Book reviews - Strength and Power in Sport edited by Paavo V. Research Quarterly for Exercise and Sport 1994 Jun 1,;65(2):194.
- (17) Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. J Appl Physiol 1976 Jan;40(1):12-16.
- (18) Coyle EF, Costill DL, Lesmes GR. Leg extension power and muscle fiber composition. Med Sci Sports 1979;11(1):12-15.
- (19) Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. Sports medicine (Auckland, N.Z.) 1989 Aug;8(2):101-116.
- (20) Perrine JJ, Edgerton VR. Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. Med Sci Sports 1978;10(3):159-166.
- (21) Herzog W. The relation between the resultant moments at a joint and the moments measured by an isokinetic dynamometer. J Biomech 1988;21(1):5-12.
- (22) Winter DA, Wells RP, Orr GW. Errors in the use of isokinetic dynamometers. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1981;46(4):397-408.
- (23) Nelson SG, Duncan PW. Correction of isokinetic and isometric torque recordings for the effects of gravity. A clinical report. Phys Ther 1983 May;63(5):674-676.
- (24) Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage : (workshop and clinical notes). United States; 1985.
- (25) Moffroid M, Whipple R, Hofkosh J, Lowman E, Thistle H. A study of isokinetic exercise. Phys Ther 1969 Jul;49(7):735-747.
- (26) The effect of isokinetic training on the maximum torque output of swimmers using the Akron dynamometer. 5th International Symposium of Biomechanics in Sports; July 13-18, 1987; Athens; 1987.
- (27) Rothstein JM, Lamb RL, Mayhew TP. Clinical uses of isokinetic measurements. Critical issues. Phys Ther 1987 Dec;67(12):1840-1844.
- (28) Sapega AA. Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. J Bone Joint Surg Am 1990 Dec;72(10):1562-1574.
- (29) Jenkins WL, Thackaberry M, Killian C. Speed-Specific Isokinetic Training. J Orthop Sports Phys Ther 1984;6(3):181-183.

- (30) Lue YJ, Chang JJ, Chen HM, Lin RF, Chen SS. Knee isokinetic strength and body fat analysis in university students. *Kaohsiung J Med Sci* 2000 Oct;16(10):517-524.
- (31) Zvijac JE, Toriscelli TA, Merrick WS, Papp DF, Kiebzak GM. Isokinetic concentric quadriceps and hamstring normative data for elite collegiate American football players participating in the NFL Scouting Combine. *J Strength Cond Res* 2014 Apr;28(4):875-883.
- (32) Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* 1991 Jan-Feb;19(1):76-81.
- (33) Elliott J. Assessing muscle strength isokinetically. *JAMA* 1978 Nov 24;240(22):2410.
- (34) Ardern CL, Pizzari T, Wollin MR, Webster KE. Hamstrings strength imbalance in professional football (soccer) players in Australia. *J Strength Cond Res* 2015 Apr;29(4):997-1002.
- (35) Coombs R, Garbutt G. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sports Sci Med* 2002 Sep;1(3):56-62.
- (36) Steindler A, 1878. *Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions*. United States; 1955.
- (37) Osternig LR, Hamill J, Lander JE, Robertson R. Co-activation of sprinter and distance runner muscles in isokinetic exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1986 Aug;18(4):431-435.
- (38) Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging* 2008 Mar;28(2):113-119.
- (39) Perry FT, Koehle MS. Normative data for the functional movement screen in middle-aged adults. *J Strength Cond Res* 2013 Feb;27(2):458-462.
- (40) Solomonow M, Baratta R, D'Ambrosia R. The role of the hamstrings in the rehabilitation of the anterior cruciate ligament-deficient knee in athletes. *Sports Med* 1989 Jan;7(1):42-48.
- (41) Croisier J, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2008 Aug;36(8):1469-1475.
- (42) Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001 Sep;9(5):313-321.
- (43) Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med* 1998 Dec;32(4):309-314.

- (44) Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013 Apr;47(6):351-358.
- (45) Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med* 2011 Jul;45(9):709-714.
- (46) Dauty M, Menu P, Fouasson-Chailloux A, Ferréol S, Dubois C. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016 Jan-Mar;6(1):116-123.
- (47) Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, Shoji H, Bose W, Beck C, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med* 1987 May-Jun;15(3):207-213.
- (48) Fyfe JJ, Opar DA, Williams MD, Shield AJ. The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. *J Electromyogr Kinesiol* 2013 Jun;23(3):523-530.
- (49) Keays SL, Newcombe PA, Bullock-Saxton JE, Bullock MI, Keays AC. Factors involved in the development of osteoarthritis after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 2010 Mar;38(3):455-463.
- (50) Smith MJ, Melton P. Isokinetic versus isotonic variable-resistance training. *Am J Sports Med* 1981 Jul-Aug;9(4):275-279.
- (51) Golik-Peric D, Drapsin M, Obradovic B, Drid P. Short-term isokinetic training versus isotonic training: effects on asymmetry in strength of thigh muscles. *J Hum Kinet* 2011 Dec;30:29-35.
- (52) Holmes JR, Alderink GJ. Isokinetic strength characteristics of the quadriceps femoris and hamstring muscles in high school students. *Phys Ther* 1984 Jun;64(6):914-918.
- (53) Johansson C, Lorentzon R, Sjöström M, Fagerlund M, Fugl-Meyer AR. Sprinters and marathon runners. Does isokinetic knee extensor performance reflect muscle size and structure? *Acta Physiol Scand* 1987 Aug;130(4):663-669.
- (54) Singh SC, Chengappa R, Banerjee A. Evaluation of Muscle Strength Among Different Sports Disciplines: Relevance for Improving Sports Performance. *Med J Armed Forces India* 2002 Oct;58(4):310-314.
- (55) Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg Am* 2004 Aug;86-A(8):1601-1608.
- (56) Hewett TE, Myer GD, Zazulak BT. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport* 2008 Sep;11(5):452-459.

- (57) Andrade MDS, De Lira, Claudio Andre Barbosa, Koffes FDC, Mascarín NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sci* 2012;30(6):547-553.
- (58) Colliander EB, Tesch PA. Bilateral eccentric and concentric torque of quadriceps and hamstring muscles in females and males. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989;59(3):227-232.
- (59) Service and parts manual for CYBEX NORM manufactured from 1995 to 2003. CSMI. CYBEX NORM™ TESTING & REHABILITATION SYSTEM 1995:89-110.
- (60) Silva PRS, Romano A, Roxo, Carla Dal Maso Nunes, Machado GdS, Lolla, Júlio Cesar Costa Rosa, Lepéra C, et al. Características fisiológicas, músculo-esqueléticas, antropométricas e oftalmológicas em jogadoras de futebol feminino consideradas de elite. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 1999 Feb;5(1):1-8.
- (61) Andrade MDS, De Lira, Claudio Andre Barbosa, Koffes FDC, Mascarín NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of Sports Sciences* 2012 Mar 1;30(6):547.
- (62) Jeon K, Chun S, Seo B. Effects of muscle strength asymmetry between left and right on isokinetic strength of the knee and ankle joints depending on athletic performance level. *Journal of Physical Therapy Science* 2016;28(4):1289-1293.
- (63) Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Multivariate isokinetic strength asymmetries of the knee and ankle in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2010 December 01;50(4):465-474.
- (64) Daniel Leite Portellaa, Marco Antonio Cossio-Bolaños, Jefferson Eduardo Hespagnolc and Miguel de Arruda. Fat-free mass and bone mineral content positively affect peak torque production in Brazilian soccer players. *Isokinetics and Exercise Science* 2014;22:273–278.
- (65) Zabka FF, Valente HG, Pacheco AM. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. *Rev. bras. med. esporte* 2011;17(3):189-192.
- (66) Gioftsidou A, Beneka A, Malliou P, Pafis G, Godolias G. Soccer players' muscular imbalances: restoration with an isokinetic strength training program. *Percept Mot Skills* 2006 Aug;103(1):151-159.
- (67) Mazuquin BF, Pereira LM, Dias JM, Junior B, Pedro J, Silva MAC, et al. Isokinetic evaluation of knee muscles in soccer players: discriminant analysis. *Rev. bras. med. esporte* 2015 10;21(5):364-368.
- (68) Greco CC, da Silva WL, Camarda SRA, Denadai BS. Fatigue and rapid hamstring/quadriceps force capacity in professional soccer players. *Clin Physiol Funct Imaging* 2013 Jan;33(1):18-23.
- (69) Brughelli M, Cronin J, Nosaka K. Muscle architecture and optimum angle of the knee flexors and extensors: a comparison between cyclists and Australian Rules football players. *J Strength Cond Res* 2010 Mar;24(3):717-721.

(70) Machado SM, Renato Aparecido de Souza, Simão AP, Jerônimo DP, Newton Soares da Silva, Rodrigo Aléxis Lazo Osorio, et al. ESTUDO COMPARATIVO DE VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS DO JOELHO EM ATLETAS DE TAEKWONDO E KICKBOXING. *Fitness & Performance Journal* 2009;8(6):407-411.

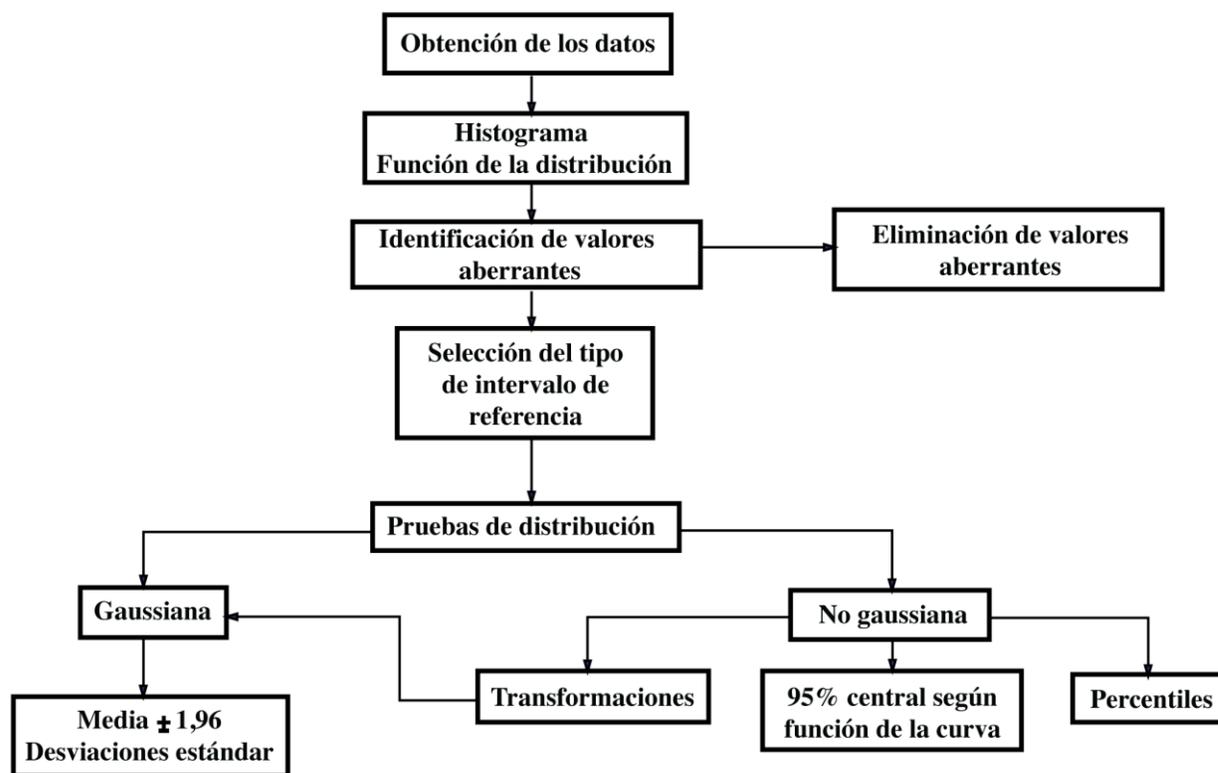
(71) Seo M, Jung H, Song J, Kim H. Effect of 8 weeks of pre-season training on body composition, physical fitness, anaerobic capacity, and isokinetic muscle strength in male and female collegiate taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil* 2015 Apr;11(2):101-107.

(72) Manterola Carlos. Los Sesgos en Investigación Clínica. *Int. J. Morphol.* 2015:1164.

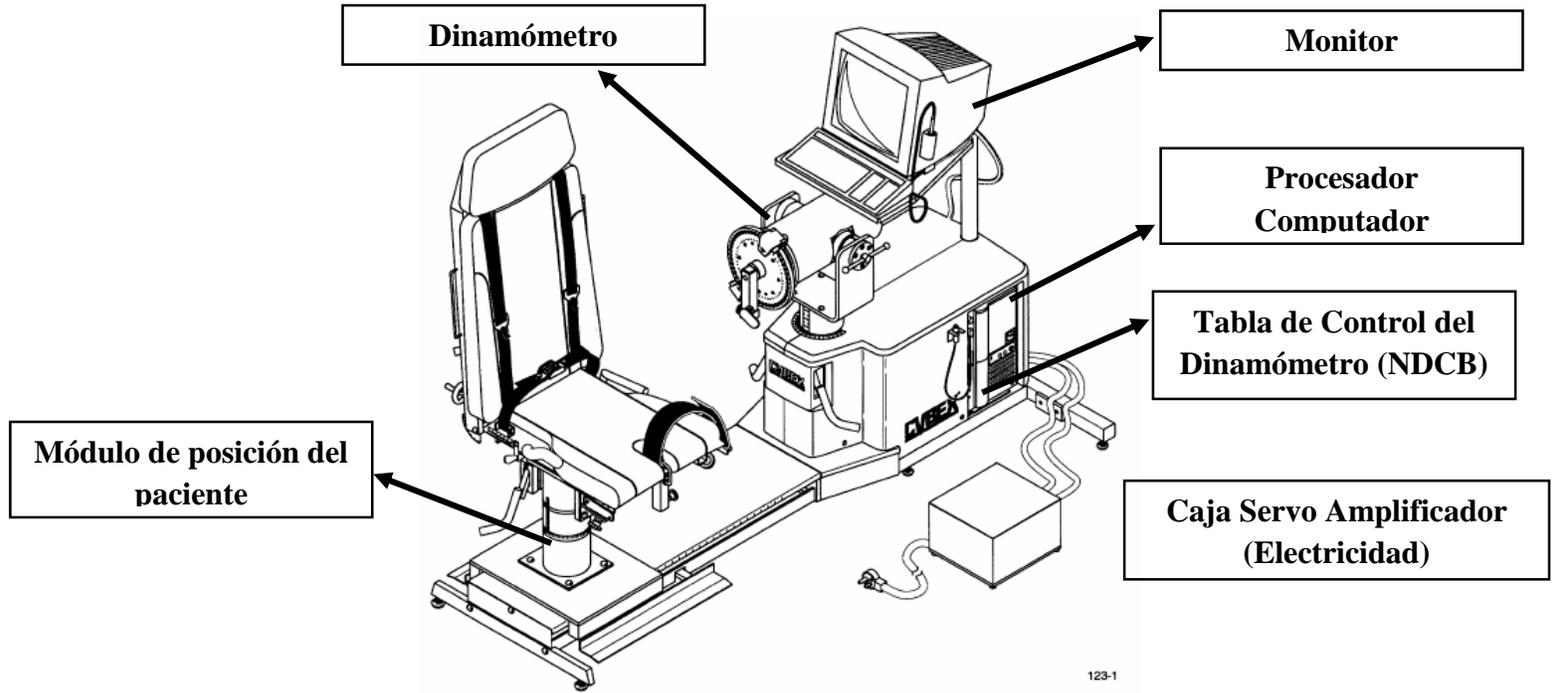
(73) Tripepi G, Jager KJ, Dekker FW, Wanner C, Zoccali C. Bias in clinical research. *Kidney international* 2008;73(2):148-153.

Anexos

Anexo 1. Diagrama de flujo para la obtención de valores de referencia. (Modificado de J. Ordoñez Llanos. Obtención de los Valores de Referencia. QUIMICA CLINICA 1983; 2(1):45-47.)(11)



Anexo-2. Esquema del dinamómetro Cybex Norm (59)



Anexo-3. Base de datos de fuerza isocinética de rodilla. (Centro de ciencias del deporte, Coldeportes, Bogotá, Colombia)

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA FOXIT READER PDF NITRO PRO 9 Camilo Roberto Chiquito López

Pegar Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

A1 : X ✓ fx NOMBRE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	NOMBRE	GRUPO	FECHA	DER TP 60 F	IZQ TP 60 F	DER T% 60 F	IZQ T% 60 F	DER TP 180 F	IZQ TP 180 F	DER T% 180 F	IZQ T% 180 F	DER TP 300 F	IZQ TP 300 F	DER T% 300 F	IZQ T% 300 F	DER TP 60 E	IZQ TP 60 E	DER T% 60 E	IZ
2	GALINDO RODRIGUEZ CLAUDIA PATRICIA	VOLEIBOL ARENA	26-jun-15	83,00	104	140,00	176	81,00	76	137,00	128	62,00	56	104,00	95	140,00	235	127,00	
3		ATLETISMO MARCHA	25-jun-15	41,00	47	92,00	107	42,00	45	95,00	101	31,00	26	72,00	60	83,00	72	188,00	
4		VOLEIBOL ARENA	03-jun-15	83,00	140	89,00	152	71,00	119	76,00	128	52,00	57	88,00	95	137,00	146	98,00	
5		PATINAJE ARTISTICO	28-may-15	64,00	57	101,00	89	89,00	92	100,00	58	75,00	75	109,00	69	72,00	117	113,00	
6		ATLETISMO MARCHA	28-may-15	76,00	71	146,00	137	56,00	50	107,00	95	42,00	35	80,00	69	118,00	108	226,00	
7		ATLETISMO MARCHA	26-may-15	65,00	54	119,00	101	66,00	60	122,00	110	37,00	35	69,00	66	80,00	75	149,00	
8		ATLETISMO	25-may-15	87,00	80	152,00	140	64,00	61	113,00	107	37,00	41	66,00	72	127,00	85	224,00	
9		ATLETISMO	25-may-15	98,00	85	149,00	131	83,00	68	128,00	104	72,00	69	110,00	107	175,00	187	268,00	
10		ATLETISMO	25-may-15	121,00	107	194,00	173	91,00	95	146,00	152	69,00	80	113,00	128	155,00	155	250,00	

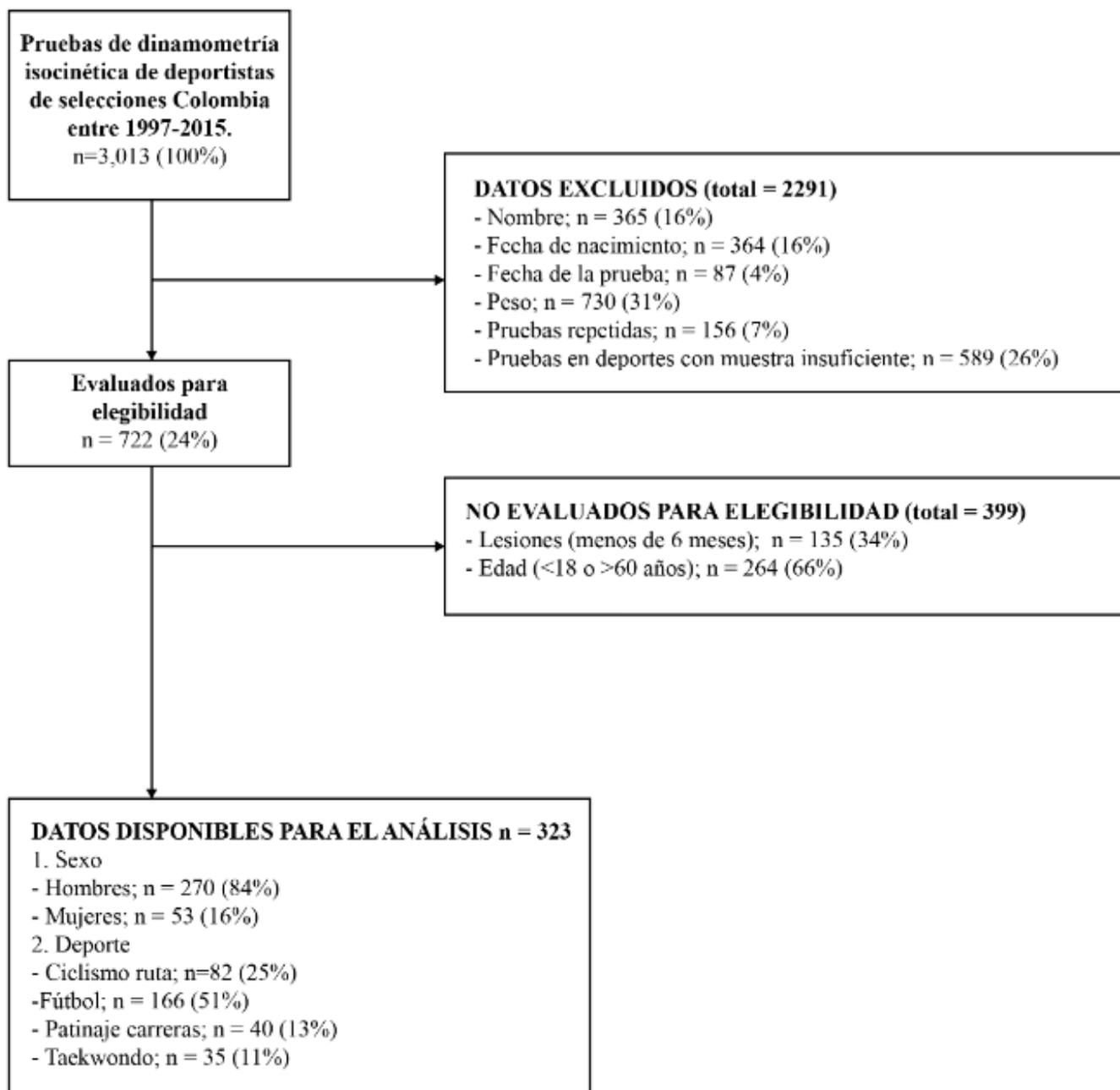
LISTO RECuento: 4079 80%

Anexo-4. Solicitud de información a la empresa CSMi (Control de sesgos)

The screenshot shows the contact page for CSMi USA. The header includes the CSMi logo and a navigation menu with links for BLOG, HOME, PRESS RELEASES, PRODUCTS, NEWSLETTER ARCHIVE, SERVICE & SUPPORT, ABOUT CSMi, TRADE SHOWS, and CONTACT US. The main content area is titled 'CSMi USA' and provides contact information for Computer Sports Medicine, Inc. located at 101 Toccoa Drive, Stoughton, MA 02072. It lists various email addresses for sales, general inquiries, service, accounting, and jobs. A map shows the location of the company. On the right, there is a promotional banner for a free download of 'A Legal & Ethical Review of CONCUSSIONS & SPORTS'.

The screenshot shows the contact form on the CSMi USA website. The form is titled 'Contact Us' and includes fields for First Name (Camilo), Last Name (Chiquito), Company (Universidad el Bosque), City (Bogotá), State (-None -), Country (Colombia), Website, Email Address (chiquitocamil@gmail.com), Telephone, and Fax. A message field contains the following text: 'Hi I'm Camilo Chiquito from Bogotá, Colombia. I'm doing a fellowship in sports medicine and this year I am beginning a research in isokinetic dynamometry with a database recorded in a Humac Norm and Cybex Norm. Nevertheless, I need some specific and technical information about the differences between Humac'. The form also includes a 'Submit' button and a sidebar with additional resources like 'A Legal & Ethical Review of CONCUSSIONS & SPORTS' and 'Athletic Trainer Survey 2015'.

Anexo-5. Diagrama de flujo: participantes excluidos, no evaluados para elegibilidad y datos disponibles para el análisis.



Anexo-6. Tablas de resultados en deciles de valores de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) categorizados por sexo en fútbol y en hombres en diferentes deportes. (En cada tabla se describen los valores de cada grupo muscular; FD= Flexor derecho, ED= Extensor derecho, FI= Flexor izquierdo, EI= Extensor izquierdo)(Tablas: A= Mujeres (Fútbol), B= Hombres (Ciclismo ruta), C= Hombres (Fútbol), D= Hombres (Patinaje carreras), E= Hombres (Taekwondo))

A: Mujeres (Fútbol)(n= 53)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	53.00	83.00	43.00	84	0.947	1.57	0.98	1.59
D1	62.80	104.20	61.00	100.80	1.17	1.91	1.10	1.84
D2	71.80	114.80	68.00	107.00	1.26	2.05	1.24	1.93
D3	76.20	118.20	75.80	113.00	1.36	2.11	1.30	1.99
D4	80.00	122.00	80.00	116.20	1.38	2.20	1.40	2.13
D5	81.00	129.00	83.00	122.00	1.46	2.26	1.46	2.21
D6	89.00	134.80	85.00	130.80	1.57	2.32	1.50	2.28
D7	94.00	140.20	88.00	139.40	1.60	2.41	1.53	2.30
D8	98.40	150.20	92.60	145.00	1.73	2.58	1.58	2.47
D9	108.00	161.00	106.00	154.20	1.87	2.81	1.81	2.62
Límite Superior	137.00	184.00	113.00	180	2.73	3.37	2.25	3.30

B: Hombres (Ciclismo ruta) (n= 82)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	61.00	95.00	54.00	103.00	0.81	1.42	0.72	1.65
D1	84.30	130.30	75.00	127.30	1.34	2.05	1.26	2.01
D2	91.60	143.60	84.00	136.00	1.53	2.25	1.37	2.25
D3	97.90	152.00	89.00	142.00	1.60	2.38	1.45	2.37
D4	106.20	160.20	97.20	150.20	1.64	2.55	1.56	2.43
D5	112.50	167.50	102.00	164.00	1.73	2.67	1.66	2.58
D6	116.80	176.00	109.80	172.80	1.84	2.85	1.72	2.74
D7	120.10	188.30	116.10	184.60	1.92	3.02	1.81	2.82
D8	131.80	212.80	127.80	209.60	2.10	3.14	1.96	3.11
D9	193.10	255.10	168.50	250.30	2.90	4.27	2.64	3.98
Límite Superior	818.00	955.00	846.00	999.00	11.50	2.05	1.26	2.01

C: Hombres (Fútbol) (n= 113)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	75.00	115.00	78.00	98.00	0.98	1.55	1.04	1.69
D1	97.40	170.00	96.80	161.80	1.48	2.47	1.45	2.37
D2	115.80	186.80	111.00	178.00	1.62	2.62	1.55	2.61
D3	123.40	196.20	117.00	193.00	1.72	2.73	1.63	2.72
D4	135.60	204.60	125.60	203.00	1.84	2.87	1.72	2.85
D5	144.00	217.00	131.00	213.00	1.93	2.99	1.78	2.92
D6	149.00	224.00	137.00	221.00	2.02	3.09	1.86	3.02
D7	154.80	236.20	143.40	232.40	2.15	3.22	1.95	3.09
D8	164.20	248.00	151.20	237.60	2.25	3.38	2.02	3.21
D9	177.60	262.00	165.20	252.00	2.38	3.55	2.28	3.41
Límite Superior	218.00	314.00	197.00	294.00	3.28	4.31	2.96	4.55

D: Hombres (Patinaje Carreras) (n= 40)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	77.00	145.00	82.00	145.00	1.21	2.29	1.24	2.10
D1	93.10	170.20	93.20	149.30	1.41	2.62	1.41	2.43
D2	100.40	179.20	98.20	164.80	1.54	2.74	1.57	2.56
D3	104.60	185.90	103.30	177.30	1.67	2.80	1.65	2.67
D4	112.20	191.00	108.00	186.40	1.74	2.95	1.67	2.73
D5	118.50	203.00	118.50	193.00	1.81	3.02	1.74	2.94
D6	136.00	212.40	131.40	216.20	1.93	3.12	1.97	3.13
D7	155.20	226.80	149.20	225.50	2.08	3.19	2.01	3.25
D8	170.00	252.60	158.40	251.60	2.18	3.44	2.10	3.40
D9	180.50	276.20	169.50	280.80	2.33	3.52	2.16	3.62
Límite Superior	537.00	858.00	607.00	786.00	8.63	13.79	9.75	12.63

E: Hombres (Taekwondo) (n= 35)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	73.00	87.00	76.00	87.00	1.17	1.54	1.24	1.54
D1	98.20	141.00	96.80	146.80	1.47	2.19	1.43	2.19
D2	107.00	151.80	102.20	158.40	1.62	2.43	1.57	2.44
D3	117.80	171.60	105.60	171.60	1.70	2.50	1.63	2.73
D4	116.40	178.20	108.40	178.00	1.83	2.70	1.71	2.88
D5	122.00	192.00	115.00	190.00	1.91	2.91	1.74	3.00
D6	130.00	198.60	119.50	200.40	2.00	3.14	1.80	3.08
D7	140.80	208.20	132.00	209.60	2.09	3.33	1.86	3.25
D8	178.40	223.80	147.60	230.80	2.21	3.51	1.98	3.29
D9	193.40	320.80	161.80	294.80	2.44	3.71	2.17	3.53
Límite Superior	238.00	325.00	203.00	312.00	4.18	3.97	3.56	3.74

Anexo-7. Tablas de resultados en deciles de valores asimetría muscular (%) y balance muscular (%) categorizados por sexo en fútbol y en hombres de diferentes deportes. (En cada tabla se describen los valores de cada grupo muscular: flexores, extensores, miembro inferior derecho y miembro inferior izquierdo)(Tablas: A= Mujeres (Fútbol), B= Hombres (Ciclismo ruta), C= Hombres (Fútbol), D= Hombres (Patinaje carreras), E= Hombres (Taekwondo))

A: Mujeres (Fútbol) (n= 53)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-25.75	-29.13	40.24	43.00
D1	-14.50	-10.95	50.97	52.15
D2	-9.65	-5.28	57.60	55.95
D3	-5.03	-1.72	59.06	59.09
D4	1.11	-0.29	60.74	61.01
D5	5.68	1.60	61.86	63.44
D6	7.68	7.49	66.22	66.06
D7	11.59	9.53	71.55	67.92
D8	12.99	12.01	75.23	74.63
D9	18.11	16.81	78.91	82.97
Límite Superior	26.50	23.17	129.29	111.11

B: Hombres (Ciclismo ruta) (n= 82)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-21.97	-22.92	42.61	43.85
D1	-8.23	-12.66	51.50	49.86
D2	-3.35	-6.32	57.73	52.83
D3	0.79	-2.70	61.18	57.20
D4	3.54	0.00	64.58	60.33
D5	7.07	3.15	66.96	63.45
D6	9.06	7.27	69.37	67.75
D7	12.07	9.20	70.77	70.60
D8	15.18	12.03	73.58	74.31
D9	21.99	15.42	80.23	77.75
Límite Superior	28.57	20.22	135.03	109.84

C: Hombres (Fútbol) (n= 113)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-27.04	-27.55	40.35	43.45
D1	-13.94	-16.50	52.13	49.38
D2	-4.43	-8.24	55.07	55.03
D3	0.00	-1.89	57.42	57.07
D4	3.27	0.00	59.85	58.95
D5	6.59	1.97	62.80	60.64
D6	10.86	5.27	67.11	63.18
D7	14.31	7.75	69.61	67.42
D8	16.98	12.02	74.39	71.56
D9	21.42	18.02	84.92	77.91
Límite Superior	29.92	28.37	122.64	107.00

D: Hombres (Patinaje carreras) (n= 40)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-23.37	-30.58	43.75	43.96
D1	-12.90	-13.08	50.78	51.16
D2	-4.92	-3.41	52.72	54.58
D3	-0.89	0.00	55.35	57.01
D4	0.40	1.75	58.25	58.46
D5	2.85	3.54	61.76	59.11
D6	5.71	5.65	62.75	61.19
D7	7.92	8.19	64.04	64.18
D8	9.49	9.61	67.18	66.35
D9	12.72	12.51	72.59	75.64
Límite Superior	23.78	25.49	89.00	106.16

E: Hombres (Taekwondo) (n= 35)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-26.02	-27.27	48.34	42.69
D1	-10.42	-14.68	53.96	48.13
D2	-1.50	-9.17	56.07	52.01
D3	3.20	-5.45	57.21	53.35
D4	5.65	-3.21	59.39	57.18
D5	8.46	0.00	60.99	58.97
D6	9.65	2.29	67.23	62.75
D7	12.72	4.16	74.98	67.86
D8	15.12	7.41	80.22	74.11
D9	20.02	13.54	95.15	89.67
Límite Superior	29.86	26.11	122.98	116.09

Anexo-8. Tabla de resultados en deciles (n= > 30 sujetos) y cuartiles (n= < 30 sujetos). Valores de torque pico absoluto (N·m) y torque pico relativo (N·m/kg) categorizados mujeres futbolistas-grupo edad y hombres total-grupo edad. (En cada tabla se describen los valores de cada grupo muscular; FD= Flexor derecho, ED= Extensor derecho, FI= Flexor izquierdo, EI= Extensor izquierdo)(Tablas: A= Mujeres (18-19 años), B= Mujeres (20-24 años), C= Mujeres (25-29 años), D= Hombres (18-19 años), E= Hombres (20-24 años), F= Hombres (25-29 años), G= Hombres (30-34 años))

A: Mujeres futbolistas (18-19 años) (n= 32)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	53.00	83.00	43.00	84.00	0.97	1.57	0.98	1.59
D1	57.00	99.90	61.90	100.60	1.19	1.88	1.11	1.86
D2	72.60	107.20	72.20	107.00	1.32	2.01	1.34	1.96
D3	77.00	117.90	79.00	110.00	1.42	2.07	1.44	2.11
D4	81.00	121.00	83.00	114.20	1.49	2.19	1.49	2.14
D5	90.00	124.00	84.00	121.50	1.58	2.21	1.51	2.20
D6	93.60	133.80	87.00	125.40	1.60	2.32	1.55	2.26
D7	98.00	142.00	92.30	132.10	1.70	2.45	1.57	2.29
D8	107.40	150.80	103.80	142.00	1.84	2.72	1.68	2.38
D9	118.50	160.70	109.40	154.40	1.96	2.94	2.06	2.62
Límite Superior	137.00	184.00	113.00	170.00	2.73	3.37	2.25	3.30

B: Mujeres futbolistas (20-24 años) (n= 16)

	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
Cuartiles	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	60.00	106.00	56.00	95.00	1.06	1.85	1.03	1.82
Q1	71.25	115.50	68.25	113.25	1.20	2.13	1.19	1.91
Q2	80.50	129.50	75.50	123.00	1.35	2.25	1.29	2.16
Q3	92.75	155.00	87.75	141.75	1.56	2.49	1.38	2.44
Límite Superior	104.00	163.00	106.00	180.00	1.89	2.75	2.00	2.91

C: Mujeres futbolistas (25-29 años) (n= 5)

	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
Cuartiles	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	66.00	115.00	61.00	99.00	1.19	2.08	1.04	1.79
Q1	70.50	121.00	71.00	108.50	1.28	2.19	1.25	1.91
Q2	80.00	129.00	83.00	141.00	1.37	2.32	1.48	2.40
Q3	85.50	138.50	86.50	154.50	1.49	2.37	1.53	2.79
Límite Superior	88.00	141.00	88.00	164.00	1.56	2.42	1.55	3.00

D: Hombres total (18-19 años) (n= 105)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	73.00	95.00	66.00	103.00	0.98	1.89	1.04	1.81
D1	89.60	144.60	84.00	140.60	1.42	2.30	1.36	2.25
D2	97.00	157.40	94.40	156.20	1.54	2.51	1.47	2.39
D3	106.80	170.00	101.00	164.00	1.63	2.68	1.56	2.55
D4	114.00	184.20	107.00	176.40	1.76	2.77	1.64	2.65
D5	118.00	192.00	113.00	185.00	1.83	2.86	1.68	2.79
D6	129.20	203.00	120.20	196.20	1.92	2.99	1.76	2.93
D7	142.40	216.20	129.20	213.20	2.00	3.10	1.85	3.07
D8	151.80	224.00	137.80	224.00	2.12	3.31	2.10	3.25
D9	173.00	245.00	158.00	244.00	2.32	3.44	2.24	3.40
Límite Superior	238.00	291.00	212.00	290.00	4.18	4.43	3.56	4.55

E= Hombres total (20-24 años) (n= 99)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	77.00	131.00	62.00	98.00	1.21	2.04	1.02	1.69
D1	103.00	156.00	89.00	150.00	1.54	2.31	1.45	2.43
D2	107.00	176.00	100.00	166.00	1.63	2.67	1.57	2.54
D3	116.00	183.00	109.00	176.00	1.69	2.78	1.66	2.72
D4	121.00	192.00	116.00	190.00	1.82	2.98	1.73	2.80
D5	128.00	205.00	124.00	203.00	1.92	3.04	1.79	2.92
D6	138.00	222.00	133.00	212.00	2.04	3.14	1.93	3.03
D7	155.00	229.00	145.00	222.00	2.18	3.26	2.00	3.18
D8	168.00	253.00	155.00	236.00	2.26	3.49	2.10	3.36
D9	187.00	279.00	170.00	267.00	2.59	3.87	2.31	3.61
Límite Superior	818.00	955.00	846.00	999.00	11.50	13.79	11.89	14.04

F: Hombres total (25-29 años) (n= 45)

Deciles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	73.00	87.00	65.00	87.00	1.25	1.54	1.17	1.54
D1	91.20	144.00	79.80	132.20	1.44	2.19	1.29	2.14
D2	105.40	155.20	95.60	144.20	1.63	2.36	1.39	2.27
D3	112.80	162.60	107.40	163.80	1.69	2.49	1.57	2.48
D4	120.00	182.40	113.80	184.80	1.75	2.59	1.68	2.72
D5	138.00	196.00	125.00	198.00	1.87	2.71	1.76	2.89
D6	146.00	205.20	131.60	226.20	1.92	2.93	1.80	3.00
D7	149.20	240.00	141.00	233.80	2.00	3.24	1.85	3.15
D8	165.60	262.80	158.40	259.60	2.17	3.51	1.97	3.26
D9	181.20	311.20	170.60	298.40	2.30	3.80	2.20	3.55
Límite Superior	658.00	816.00	694.00	692.00	11.17	13.85	11.78	11.75

G: Hombres total (30-34 años) (n= 18)

Cuartiles	Torque pico absoluto (N·m)				Torque pico relativo (N·m/kg)			
	FD	ED	FI	EI	FD	ED	FI	EI
Límite Inferior	61.00	106.00	54.00	123.00	0.81	1.42	0.72	1.65
Q1	91.75	146.75	95.75	137.50	1.51	2.41	1.45	2.24
Q2	114.00	190.00	120.50	187.50	1.68	2.90	1.71	2.78
Q3	177.25	253.75	147.25	252.00	2.22	3.15	1.85	3.06
Límite Superior	201.00	320.00	160.00	312.00	2.48	3.65	2.12	3.53

Anexo-9. Tablas de resultados en deciles (n= > 30 sujetos) y cuartiles (n= < 30 sujetos). Valores de asimetría (%) y balance muscular (%) categorizados mujeres futbolistas-grupo edad y hombres total-grupo edad. (En cada tabla se describen los valores de cada grupo muscular: flexores, extensores, miembro inferior derecho y miembro inferior izquierdo)(Tablas: A= Mujeres (18-19 años), B= Mujeres (20-24 años), C= Mujeres (25-29 años), D= Hombres (18-19 años), E= Hombres (20-24 años), F= Hombres (25-29 años), G= Hombres (30-34 años))

A: Mujeres futbolistas (18-19 años) (n= 32)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-25.75	-17.47	40.24	43.00
D1	-17.84	-9.54	50.72	52.91
D2	-8.76	-5.22	58.28	60.00
D3	-4.95	-1.76	60.73	62.91
D4	1.97	0.00	61.60	65.39
D5	6.42	1.45	66.62	66.56
D6	9.31	6.45	72.87	67.92
D7	11.96	9.44	75.45	73.66
D8	12.41	13.22	77.49	79.29
D9	16.48	18.27	100.14	97.10
Límite Superior	20.37	23.17	129.29	111.11

B: Mujeres futbolistas (20-24 años) (n= 16)

Cuartiles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-11.25	-11.80	49.06	48.33
Q1	-5.48	-1.54	54.47	56.36
Q2	5.96	4.99	61.12	59.32
Q3	13.59	9.93	66.34	63.15
Límite Superior	20.68	16.91	73.52	77.37

C: Mujeres futbolistas (25-29 años) (n= 5)

Cuartiles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-22.72	-29.13	57.39	51.69
Q1	-18.03	-20.76	58.10	51.76
Q2	-10.00	-3.67	58.86	57.24
Q3	16.09	15.11	63.63	72.11
Límite Superior	26.50	16.31	68.21	81.81

D: Hombres total (18-19 años) (n= 105)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-26.96	-27.27	40.35	42.69
D1	-15.77	-11.05	50.56	46.14
D2	-5.33	-6.53	56.10	52.25
D3	-0.70	-2.69	57.40	56.27
D4	3.60	0.00	61.72	58.30
D5	7.69	2.92	63.75	60.42
D6	9.41	5.17	67.23	67.75
D7	12.84	6.72	69.25	69.33
D8	15.73	9.78	73.04	73.22
D9	21.55	15.35	80.49	79.74
Límite Superior	29.92	28.37	135.03	109.84

E= Hombres total (20-24 años) (n= 99)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-27.04	-30.58	46.99	44.44
D1	-9.89	-11.87	54.46	52.50
D2	-3.42	-5.28	56.38	55.89
D3	0.00	-1.18	59.19	57.36
D4	2.19	0.49	61.07	58.95
D5	5.95	2.34	62.79	60.73
D6	8.82	6.77	66.00	64.43
D7	12.05	8.85	68.80	66.85
D8	14.39	11.62	71.19	71.49
D9	18.58	19.15	80.15	77.50
Límite Superior	28.65	25.75	98.99	107.74

F: Hombres total (25-29 años) (n= 45)

Deciles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-16.66	-27.55	44.92	43.55
D1	-7.47	-18.66	51.12	48.79
D2	0.11	-14.42	54.10	52.35
D3	2.68	-4.30	57.44	54.94
D4	4.77	-0.19	58.57	57.56
D5	6.01	3.97	65.57	60.93
D6	8.41	6.81	70.92	62.92
D7	11.16	9.06	74.06	69.01
D8	15.87	11.68	81.96	72.59
D9	20.28	15.63	88.15	75.31
Límite Superior	24.83	18.09	122.98	116.09

G: Hombres total (30-34 años) (n= 18)

Cuartiles	Asimetría (%)		Balance (%)	
	Flexores	Extensores	Derecho	Izquierdo
Límite Inferior	-21.97	-16.03	48.80	43.90
Q1	-3.82	-6.80	56.49	54.82
Q2	8.15	1.40	60.87	61.07
Q3	16.80	7.34	73.69	68.65
Límite Superior	24.37	26.11	91.75	79.69

Anexo-10. Resumen de artículos utilizados en la revisión bibliográfica utilizado en la comparación de la discusión. Artículos con enfoque de resultados acerca del torque pico absoluto y torque pico relativo. (NR= valores no reportados)(ROM= rango de movilidad articular) (Combinado= promedio entre ambos miembros inferiores o ambos grupos musculares)

Auto/Año (cita)	Muestra (n) (Sexo)	Deporte	Posición (ROM)	Protocolo (Repeticiones) (Velocidad Angular)	Torque pico (N·m) Torque pico relativo (N·m /Kg) Media ± DE	Marca Dinamómetro
Silva, 1999 (60)	Mujeres, n= 15	Fútbol	Sentado NR	3x calentamiento 5 x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Derecho: • Flexor: 133.3 ± 30.5 • Extensor: 198.5 ± 44.1 Izquierdo: • Flexor: 116.5 ± 18.8 • Extensor: 203.6 ± 38.1	Cybex 1200
Jeon, 2016 (62)	Hombres, n= 15	Fútbol	Sentado (0° - 135°)	3 x calentamiento 3 x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Derecho: • Flexor: 133.6 ± 28.8 • Extensor: 207.8 ± 23.2 Izquierdo: • Flexor: 131.5 ± 25.2 • Extensor: 202.7 ± 33.1	Humac Norm
Portella, 2014 (64)	Hombres, n= 20	Fútbol	Sentado NR	NR x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Derecho: • Flexor: 173.57 ± 35.02 • Extensor: 295.0 ± 58.11 Izquierdo: • Flexor: 182.57 ± 35.44 • Extensor: 309.0 ± 43.62	Biodex

Zabka, 2011 (65)	Hombres, n= 39	Fútbol	Sentado (0° - 100°)	4 x 60°/segundo	<p><u>Torque pico absoluto:</u></p> <p>Derecho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 193.6 ± 25.3 • Extensor: 336.6 ± 33.1 <p>Izquierdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 197.3 ± 18.6 • Extensor: 343.4 ± 38.7 <p><u>Torque pico relativo:</u></p> <p>Derecho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 1.05 ± 0.23 • Extensor: 1.71 ± 0.25 <p>Izquierdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 1.03 ± 0.14 • Extensor: 1.70 ± 0.23 	Biodex
Fousekis, 2011 (45)	Hombres, n= 83	Fútbol	Sentado NR	5 x 60°/segundo	<p><u>Torque pico absoluto:</u></p> <p>Derecho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 142.06 ± 30.51 • Extensor: 241.14 ± 2.48 <p>Izquierdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 133.05 ± 23.46 • Extensor: 233.57 ± 27.33 	Biodex
Fousekis, 2010 (63)	Hombres, n= 100	Fútbol	Sentado (0° - 90°)	5 x 60°/segundo	<p><u>Torque pico absoluto:</u></p> <p>Derecho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 137.9 ± 24.0 • Extensor: 242.0 ± 35.1 <p>Izquierdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 134.8 ± 24.1 • Extensor: 236.5 ± 35.2 	Biodex

Gioftsiduo, 2006 (66)	Hombres, n= 35	Fútbol	Sentado (0° - 100°)	3 x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 162.8 ± 20.8 • Extensor: 243.5 ± 26.7 Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 164.7 ± 21.2 • Extensor: 241.3 ± 26.3 	Cybex Norm
Brughelli, 2010 (69)	Hombres, n= 9	Ciclismo	Sentado (0° - 110°)	6 x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Combinado <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 129.3 ± 20.9 • Extensor: 181.4 ± 21.6 	Biodex
Machado, 2009 (70)	Hombres, n= 5 (Edad 18 ± 3 años)	Taekwondo	Sentado 10° - 110°	15 x 60°/segundo	<u>Torque pico absoluto:</u> Derecho <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 89.2 ± 13.0 • Extensor: 157.2 ± 25.3 Izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 88.1 ± 12.9 • Extensor: 155.5 ± 17.7 	Biodex
Seo, 2015 (71)	Hombres, n= 22 Universitarios	Taekwondo	NR	3 x 60°/segundo	<u>Torque pico relativo:</u> Derecho <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 1.82 ± 2.43 • Extensor: 2.74 ± 3.98 Izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 1.92 ± 2.21 • Extensor: 2.71 ± 3.71 	Cybex 770

Anexo-11. Resumen de artículos utilizados en la revisión bibliográfica utilizado en la comparación de la discusión. Artículos con enfoque de resultados acerca de la asimetría muscular y balance muscular. (NR= valores no reportados)(ROM= rango de movilidad articular)(Combinado= promedio entre ambos miembros inferiores o ambos grupos musculares)

Autor/Año (cita)	Muestra (n) (Sexo)	Deportes	Posición (ROM)	Protocolo (Repeticiones) (Velocidad Angular)	Asimetría (%) Balance muscular (%) Media ± DE (IC 95%)	Marca Dinamómetro
Gioftsiduo, 2006 (66)	Hombres, n= 35	Fútbol	Sentado (0° - 100°)	3 x 60°/segundo	Asimetría: <ul style="list-style-type: none"> • Flexor: 15 ± 7 • Extensor: 24 ± 15 	Cybex Norm
Andrade, 2012 (61)	Hombres, n= 52 Mujeres, n= 17	Fútbol	Sentado (5° - 95°)	5 x 60°/segundo	Balance: Combinado <ul style="list-style-type: none"> • Hombres: 66 ± 12 % Combinado <ul style="list-style-type: none"> • Mujeres: 54 ± 11 % 	Biodex
Jeon, 2016 (62)	Hombres, n= 15	Fútbol	Sentado (0° - 135°)	3 x calentamiento 3 x 60°/segundo	Balance: <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: 64.1 ± 10.9 • Izquierdo: 64.9 ± 7.0 	Humac Norm

Mazuquin, 2015 (67)	Hombres, n= 17	Fútbol	Sentado (0° - 90°)	5 x 60°/segundo	<u>Balance:</u> • Combinado: 58.3 ± 6.4	Biodex
Greco, 2012 (68)	Hombres, n= 22	Fútbol	Sentado (0° - 70°)	5 x 60°/segundo	<u>Balance:</u> • Combinado: 60.0 ± 6.0	Biodex
Zabka, 2011 (65)	Hombres, n= 39	Fútbol	Sentado (0° - 100°)	4 x 60°/segundo	<u>Balance:</u> • Derecho: 57.8 ± 8.4 • Izquierdo: 57.7 ± 7.4	Biodex