



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LAS ASIMETRÍAS UNILATERALES Y
BILATERALES DE LA MUSCULATURA ANTEROPOSTERIOR DE
MUSLO ENTRE LA CATEGORÍA ADULTA Y SUB 21,
PERTENECIENTES A LA SELECCIÓN CHILENA FEMENINA DE
BALONMANO**

ROBERTO ESTEBAN ESCOBAR VILCHES
TEDDY ALEXANDER MARTÍNEZ MONTECINOS
ALEXIS ALEJANDRO PALMA CISTERNAS

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo

Profesor Guía: Klgo. Marcelo Avendaño Sepúlveda.

Santiago, Chile

2015

INFORME DE APROBACIÓN

TESIS DE LICENCIATURA

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de Licenciatura presentada por los candidatos:

ROBERTO ESTEBAN ESCOBAR VILCHES

TEDDY ALEXANDER MARTÍNEZ MONTECINOS

ALEXIS ALEJANDRO PALMA CISTERNAS

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, en el examen de defensa de Tesis rendido el 10 de Abril de 2015

GUÍA DE TESIS

Klgo. Marcelo Avendaño Sepúlveda

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

Dr. Luis Peñailillo E.

Klgo. Rodolfo Hidalgo

Francisco Espildora B.

AGRADECIMIENTOS

A cada una de nuestras familias que nos apoyaron para poder completar este largo camino, lleno de sacrificios, siempre entregándonos apoyo y cariño.

A nuestro excelente tutor Marcelo Avendaño que sin su esfuerzo esto no hubiese sido posible, apoyándonos en cada momento.

A nuestros amigos que de alguna u otra forma nos ayudaron.

A Clínica Las Condes por permitirnos ocupar sus instalaciones.

A el entrenador Juan Moreno y el preparador físico Felipe Andrade por su disposición y colaboración para con nuestra investigación.

A cada una de las jugadoras por su buena disposición y ganas de participar en este estudio.

A todos nuestros amigos de los “Loleros United” que nos entregaron buenas vibras.

A Martín y Joy que se portaron muy bien mientras trabajamos.

A todas las personas que anónimamente nos apoyaron.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
ABREVIATURAS.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
Marco Teórico.....	3
FUERZAMUSCULAR.....	3
Tipo de contracción muscular.....	3
Relación Longitud/Tensión.....	4
ISOCINÉTICA.....	5
Generalidades del equipo.....	6
Información que aporta.....	6
Ventajas y desventajas de su utilización.....	7
Variables isocinéticas.....	8
SALTO VERTICAL.....	9
DESBALANCE MUSCULAR.....	13
FUERZA DE IMPACTO	16
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
OBJETIVOS.....	19
GENERAL.....	19

ESPECÍFICOS.....	19
HIPÓTESIS.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	21
CRITERIOS INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN.....	21
VARIABLES.....	23
PROCEDIMIENTO.....	24
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	27
RESULTADOS.....	28
DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIÓN.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
APÉNDICES.....	49
ANEXOS.....	51

INDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

	Página
Tabla N°1	
Datos Generales de la muestra.....	28
Tabla N°2	
Descripción de datos de CMJ y evaluación isocinética.....	29
Figura I	
Relación H/Q grupo total.....	29
Figura II	
Déficit unilateral grupo total.....	30
Tabla N°3	
Datos peak de torque cuádriceps pierna dominante.....	31
Figura III	
Peak de torque cuádriceps según categoría.....	31
Tabla N°4	
Datos peak de torque isquiotibiales pierna dominante.....	32
Figura IV	
Peak de torque isquiotibiales según categoría.....	32
Figura V	
Peak de Fuerza concéntrica según pierna Dominante y No Dominante.....	33

Figura VI.

Peak de Fuerza impacto según pierna Dominante y No Dominante.....34

RESUMEN

El objetivo principal era determinar las asimetrías unilaterales y bilaterales de la musculatura antero-posterior de muslo y obtener los valores de referencia en el desempeño de estas dos pruebas, para esto el estudio fue realizado en 19 jugadoras pertenecientes a la Selección Chilena de Balonmano de las categorías sub-21 y Adulta. Todos los sujetos efectuaron el mismo calentamiento en cicloergómetro para evitar la influencia del mismo sobre los resultados, tanto para la prueba de salto: CMJ y la prueba isocinética.

Los resultados arrojaron valores mayores en la categoría sub-21 para el peak de torque de Cuádriceps e Isquiotibiales, respectivamente (165 ± 34 Nm; 92 ± 11 Nm) en las variables obtenidas durante la prueba isocinética, siendo significativa la diferencia con la categoría adulta (152 ± 33 Nm; 86 ± 18 Nm). También se encontraron valores mayores en la pierna no dominante (171 ± 36 Nm), aunque sin diferencias significativas con la pierna dominante (166 ± 30 Nm). En cuanto a las asimetrías encontradas, el 57% de las jugadoras tiene una relación H/Q bajo el 60% y el 52% de las jugadoras tiene un déficit de cuádriceps mayor al 10%. En las variables obtenidas en plataforma de fuerza, se encontraron valores mayores de fuerza concéntrica, categoría adulta y sub 21 en la pierna no dominante, respectivamente (793 ± 71 Nm; 798 ± 57 Nm) y valores mayores de fuerza de impacto en la pierna dominante (1117 ± 186 Nm; 1190 ± 254 Nm).

Palabras claves: Isocinética. Plataforma de fuerza. Countermovement Jump. asimetría. Déficit. Fuerza muscular. Fuerza de impacto. Peak de torque.

ABSTRACT

The main objective was to determine the unilateral and bilateral asymmetries thigh muscles and get the reference values in performing these tests, for that this work was done in 19 players belonging to the Chilean National Handball in subcategories 21 and adult. All subjects performed the same heating cycle ergometer to avoid the influence thereof on the results, both for the jump test: CMJ and isokinetic testing.

The results showed higher values in the sub-21 category for the peak torque of quadriceps and hamstrings, respectively (165 ± 34 Nm; 92 ± 11 Nm) in the variables obtained during isokinetic test, with a significant difference to the adult category (152 ± 33 Nm; 86 ± 18 Nm). Higher values were also found in the non-dominant leg (171 ± 36 Nm), although no significant differences with the dominant leg (166 ± 30 Nm). As for the asymmetries found, 57% of the players has a H / Q ratio below 60% and 52% of the players has a deficit greater quadriceps 10%. In the variables obtained in force platform, I found higher values of concentric strength, adult category and sub 21 in the non-dominant leg, respectively (793 ± 71 Nm), (798 ± 57 Nm) and higher values of impact force the dominant leg (1117 ± 186 Nm), (1190 ± 254 Nm).

Keywords: Isokinetic. Force platform. countermovement Jump. asymmetry. Deficit. Muscle strength. Impact strength. Peak torque.

ABREVIATURAS

CMJ: Countermovement Jump

H/Q: Relación Isquiotibiales/Cuádriceps

Klgo: Kinesiólogo

LCA: Ligamento Cruzado Anterior

PFC: *Peak* de Fuerza Concéntrica

PTH: *Peak* de torque de Isquiotibiales

PTQ: *Peak* de torque de Cuádriceps

PIMP: *Peak* de Impacto

SJ: Squat Jump

INTRODUCCIÓN

Hasta el día de hoy hemos observado que existen muy pocos estudios sobre este deporte y muchos menos estudios chilenos que engloben una prueba isocinética y una prueba de salto en una plataforma de fuerza, es por eso que en el ámbito de la medicina del deporte, y concretamente, en el área de la rehabilitación kinésica-deportiva, varios índices o ratios de fuerza isocinética de la articulación de la rodilla y la fuerza de impacto durante una caída y/o aterrizaje han sido extensivamente empleados para: a) identificar posibles factores de riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla y/o desgarros de la musculatura isquiotibial y lesiones de origen tendinoso; b) monitorizar la eficacia de programas de rehabilitación, y c) determinar si un deportista puede regresar al entrenamiento y/o a la competición de forma segura tras haber superado un proceso rehabilitador.^{1,2}

Los métodos comúnmente usados para la evaluación de fuerza y asimetrías unilaterales y bilaterales de la musculatura de los miembros inferiores incluyen la evaluación isocinética de rodilla y las pruebas de saltos. Las principales limitaciones de una evaluación isocinética es que involucra a sólo una articulación y tiene una velocidad angular constante, mientras que en los gestos deportivos la velocidad angular varía constantemente e involucran a múltiples articulaciones, así que los movimientos en cadena cerrada, tal como los saltos verticales se han vuelto importantes en la evaluación de los atletas, ya que estos se asimilan mucho más a los gestos deportivos.^{2,3}

Las posibles razones de lesiones en las extremidades inferiores, podrían ser los inadecuados o incompletos programas de rehabilitación, demandas motoras específicas del deporte, métodos de entrenamiento, características anatómicas y diferencias de género.⁴

Por esto, el objetivo del estudio fue realizar una descripción de la situación actual de las jugadoras de la selección nacional de balonmano respecto a las

asimetrías tanto unilaterales como bilaterales, para así obtener los valores de referencia en la evaluación isocinética y el CMJ en una plataforma de fuerza, ya que la determinación de dichos realizados en una prueba estática y dinámica, como lo son la prueba isocinética y CMJ respectivamente, serían de suma importancia para ser utilizados en el ámbito clínico, rehabilitación físico-deportiva y en el alto rendimiento, como elementos de identificación y predicción de posibles lesiones musculoesqueléticas, su empleo en el reintegro deportivo y categorización de los deportistas de elite.

MARCO TEÓRICO

FUERZA MUSCULAR.

Desde el punto de vista meramente físico, la fuerza se expresa como el resultado de la masa por la aceleración. Desde la perspectiva de la mecánica, la fuerza muscular se centra en un efecto externo, generalmente observable, que es producido por un musculo, por lo tanto la fuerza muscular es la capacidad del musculo para deformar un cuerpo, para modificar aceleración o su dirección. Fisiológicamente hablando, la fuerza muscular se puede definir como la capacidad de generar tensión de un musculo, esto tiene que ver con un efecto interno, que puede o no ser observable, y puede o no tener relación con una resistencia^{5,6}.

La fuerza muscular en la actividad del deportista juega un papel importante en su rendimiento, pero hay factores que pueden alterarla como la edad, el sexo, la actividad, el medio, caracteres hereditarios, etc.⁶

Tipos de Contracción Muscular

Contracción concéntrica o de acortamiento: la tensión muscular que se genera es en dirección del acortamiento de las fibras musculares pero la fuerza externa actúa en sentido contrario al del movimiento. Un ejemplo de este tipo corresponde a la tensión que genera el músculo bíceps braquial, para levantar una mancuerna desde una extensión completa de codo.^{5,6}

Contracción excéntrica o de alargamiento/estiramiento: cesión ante la resistencia externa; la fuerza externa actúa en el mismo sentido que el movimiento. Un ejemplo de este tipo es la tensión que realiza el musculo bíceps desde una flexión máxima de codo con una mancuerna para evitar que ésta descienda muy rápido (controlar el movimiento de descenso).^{5,6}

Contracción isométrica o mantenimiento de la longitud muscular: la tensión muscular es equivalente a la fuerza de resistencia. Las fibras musculares van hacia el acortamiento y el tejido conectivo hacia el alargamiento como sería un tendón.⁶

Relación Longitud Tensión

Es la principal característica muscular para obtener la fuerza máxima. Esta relación se define como: la interacción entre la capacidad de tensión o fuerza muscular a una longitud muscular determinada. La máxima tensión muscular se logra en la longitud cercana a la longitud de reposo o posición de Slack. Si la fibra se mantiene con una longitud acortada la capacidad de tensión decae lentamente primero y luego rápidamente, si la fibra se alarga más allá de la longitud de reposo la capacidad de generar tensión decae progresivamente.^{5, 6}

ISOCINÉTICA

Los equipos Isocinéticos son aquellos que se basan en la aplicación de una velocidad fija con una resistencia variable que se adapta a la capacidad del músculo para generar fuerza. Estos equipos se emplean exclusivamente para evaluar la intensidad y funcionamiento de la musculatura que realiza una contracción voluntaria.⁷

En una evaluación isocinética es importante tener en cuenta que no sólo los factores fisiológicos y mecánicos son relevantes, puesto que los factores psicológicos también forman parte importante al momento de realizar esta prueba, asimismo la motivación y cooperación por parte del sujeto son esenciales durante la evaluación. Por último, el factor que también puede influir en los resultados obtenidos en la prueba, es la familiaridad con el funcionamiento de la máquina, por eso deben realizarse varias repeticiones de prueba para que el sujeto conozca mejor el equipo.⁷

Estos equipos se caracterizan por su velocidad constante a un ratio preseleccionado. La resistencia varía para que coincida de manera exacta con la relación torque/fuerza aplicada durante todo el rango de movimiento.⁸

Para realizar un ejercicio a velocidad constante, es necesario oponer una resistencia variable al movimiento que se ejecutará, ésta resistencia será mínima en las zonas del movimiento en la que el músculo es más débil, y mayor cuanto más fuerza el músculo sea capaz de realizar. Por ello se dice que la resistencia que se aplica en esta evaluación se adapta a la fuerza del sujeto.^{8,9}

Una vez que se fija la velocidad esta permanece constante, independientemente de la fuerza que realice el paciente, sin embargo, si éste realiza una fuerza que pudiera ocasionar una mayor velocidad que la seleccionada, el equipo aumenta la resistencia para que actúe como freno y se mantenga la velocidad estable.^{8,9}

Generalidades Del Equipo

Al momento de su utilización, la fuerza producida por los músculos del paciente y/o deportista generará un momento de torsión, que expresa el producto de la fuerza ejercida por la distancia desde el eje del movimiento (eje de la articulación) al punto de aplicación de la resistencia (colocación del sensor del dinamómetro) cuyas unidades en el Sistema Internacional son el Newtonmetro.^{9,10}

Para realizar la evaluación, una vez ubicado el paciente sobre equipo se deben fijar los siguientes parámetros.

- El rango de movimiento.
- La velocidad de trabajo.
- El tipo de ejercicio (concéntrico o excéntrico).
- La forma de realización (continua o contracción a contracción).
- Las características globales del ejercicio (intensidad, repeticiones, pausas, sets).⁹

Información Que Aporta

Principalmente entrega información acerca del estado de la musculatura o si se está frente a una posible alteración, tales como:

- Debilidad muscular.
- Alteración del cociente agonista/antagonista ipsilaterales.
- Discrepancias bilaterales de la fuerza muscular
- Relación de trabajo excéntrico/concéntrico.
- Relación de trabajo agonista/antagonista.
- Zona de recorrido angular en la que aparece la máxima fuerza muscular.⁹

Ventajas y Desventajas de su Utilización

Las máquinas de isocinética presentan variadas ventajas, tales como:

- Debido al control de la velocidad de movimiento, tanto las pruebas como las condiciones en las que se realiza el ejercicio, pueden ser reproducidos.
- Se adapta a los cambios en el sistema de palancas músculo-esquelético, fatiga muscular y dolor.
- Ayuda a desarrollar la fuerza, rapidez y velocidad del tiempo de desarrollo de tensión.
- El grupo muscular puede ser cargado a su capacidad máxima a lo largo de todo su rango de movimiento, haciendo el ejercicio más eficiente.
- El paciente siempre se encuentra con una cantidad apropiada de la resistencia, porque la resistencia es igual a la fuerza aplicada.
- Posee la capacidad de simular velocidades más rápidas, más funcionales.
- Intrínsecamente seguro.
- Dolor muscular mínimo.
- Validez de los equipos.
- La fiabilidad de las pruebas.
- Registro permanente y objetivo.⁹

Asimismo, estos equipos presentan unas cuantas desventajas, entre las que figuran:

- Es un equipo de alto costo.
- Una evaluación isocinética no es una prueba rápida, por el contrario, consume bastante tiempo.
- Velocidad constante del equipo
- La falta de personal capacitado en el uso óptimo.^{9, 10}

VARIABLES ISOCINÉTICAS

Los equipos de isocinética miden variados parámetros, pero para efectos de este estudio, sólo tomaremos en cuenta el torque y el peak de torque, los cuales se definen como:

- Torque: Es una función de la fuerza y la distancia desde el eje de rotación tal como se mide a través de un dinamómetro.
- Peak de Torque: El valor más alto de torque desarrollado a lo largo del rango de movimiento.¹⁰

Dada la información anteriormente mencionada, se puede deducir el por qué estos equipos se utilizan con tanta frecuencia, la cual ha ido en ascenso tanto por su utilidad en la predicción del rendimiento deportivo, como con fines terapéuticos en determinadas fases de la rehabilitación de un paciente.¹¹

Con respecto a lo último, los equipos de isocinética le permiten al terapeuta desarrollar una sesión kinésica en rangos de seguridad para evitar daños o estresar estructuras que se encuentran aún en periodo de reparación, como es el caso de alguna lesión de rodilla como una ruptura de ligamento cruzado anterior, la cual pasa por un proceso de reconstrucción, para posteriormente entrar en la fase de rehabilitación; en este caso el equipo de isocinética cumple dos funciones, una puede ser su uso como herramienta terapéutica permitiendo realizar una actividad en rangos seguros y determinados de flexo-extensión de rodilla, y la segunda, que entrega información acerca del avance en la recuperación de la fuerza del paciente, lo que es bastante útil en conjunto con la cíclica que esté presente para determinar si es correcto el procedimiento terapéutico que se está realizando, y también, si es posible aumentar la carga de trabajo o en su defecto, disminuirla.^{12, 13}

SALTO VERTICAL

La medida más común de rendimiento es la altura en el salto vertical.¹⁴ La altura alcanzada en un salto vertical depende de los procesos fisiológicos que tienen lugar en los sistemas muscular y nervioso, así como de factores biomecánicos. El objetivo principal del salto vertical, es despegarse del suelo y alcanzar una altura máxima, hasta sus límites genéticos, de parte del ejecutante.¹⁵

El salto vertical se podría ejecutar en un rebote en el baloncesto, un remate de voleibol, pero en este caso la importancia del salto se ve reflejada en el lanzamiento del gol en el balonmano. Este movimiento implica sobre todo la energía producida por el tren inferior, de los cuales los principales actores son los cuádriceps, músculos extensores de la cadera y los flexores plantares de tobillo.^{15, 16}

La utilización del salto vertical como medio para la valoración de la fuerza y la potencia muscular, aparece reflejado en múltiples referencias y publicaciones¹⁷⁻²⁰. Además de los medios tecnológicos disponibles y su evolución, que nos ha permitido obtener cada vez datos más relevantes sobre el salto vertical, es necesario tener en cuenta el diseño de una serie de pruebas que nos permitan valorar la capacidad de salto vertical y relacionarla con otras manifestaciones de la fuerza tanto desde el punto de vista metabólico, como del estructural y neuromuscular.

La capacidad de salto es considerada como una de las acciones básicas del individuo y en ella se conjugan factores como potencia, rapidez, coordinación, fuerza y velocidad.²¹

Ahora bien, desde el punto de vista físico, el salto vertical se rige por las mismas leyes que el lanzamiento vertical de proyectiles, donde la altura alcanzada depende de la velocidad inicial de despegue del cuerpo.

Simultáneamente, la velocidad inicial está determinada por la fuerza impresa sobre el cuerpo de la acción muscular que debe vencer la fuerza de gravedad actuante en el individuo, y requiere ser la máxima posible para poder sobrepasar en mayor medida a la gravedad y alcanzar una mayor altura.^{20, 21}

Cuando el individuo está en el aire sólo influyen la fuerza de gravedad y el roce, que frenan el movimiento; cuando se igualan las fuerzas de gravedad y la aplicada por el sujeto, el cuerpo ya no se eleva más y empieza a descender llegando al suelo con la misma velocidad inicial. Por lo cual, todo salto posee un tiempo de vuelo medido en segundos y un desplazamiento vertical del centro de gravedad medido en centímetros.²¹

En el salto vertical, la fuerza muscular es aplicada contra la base de sustentación, la que resultará en la velocidad inicial de despegue. En ella participan contracciones excéntricas y concéntricas (ciclo acortamiento-estiramiento), donde la primera actúa en la fase de descenso del centro de gravedad, y la contracción concéntrica actúa en la fase de ascenso y despegue del centro de gravedad.²²

En la aplicación de esta fuerza de propulsión actúan principalmente los músculos de las extremidades inferiores siendo los más importantes: cuádriceps, flexores plantares del tobillo y en mucho menor medida el glúteo mayor, los que trabajan de manera sinérgica.²³ En la propulsión también contribuyen los músculos extensores de tronco y de cuello, siendo necesaria para la extensión de tronco la acción sinérgica del glúteo mayor. La relación porcentual de los movimientos segmentarios en el salto vertical son: extensión de rodilla 56%, flexión plantar 22%, extensión de tronco 10%, balanceo de brazos 10%, balanceo de cabeza 2%.²³

La activación de estos músculos está dada por una acción secuencial que es de proximal a distal, la que imprime su fuerza resultante sobre el centro de gravedad corporal para generar la fase de impulso en el salto vertical. Los niveles de fuerza desarrollados en la fase de impulso están asociados a la velocidad del

ciclo estiramiento-acortamiento y por lo tanto, a su duración, la que es llamada tiempo de acoplamiento, existiendo una mayor producción de fuerza cuando el tiempo de acoplamiento es menor.²⁴ Esta velocidad del ciclo posee una relación directa a la cantidad de fibras rápidas que posee el individuo. Lo que es reafirmado por estudios con plataformas de fuerza en que una alta velocidad del ciclo estiramiento-acortamiento produce mayores niveles de fuerzas aplicadas sobre la base que se traducen en un mayor salto vertical.²⁵

Cuando se realiza un salto vertical se manifiestan parámetros físicos dentro del ciclo estiramiento-acortamiento. El salto comienza con una disminución de la altura del centro de gravedad por la combinación de una flexión de rodilla y cadera en donde la fuerza aplicada a la base disminuye, la aceleración del centro de gravedad se hace negativa al igual que la velocidad. Cuando comienza la fase de acortamiento la fuerza aplicada a la base aumenta progresivamente, luego se mantiene y desciende en el momento del despegue. La aceleración y la velocidad se hacen positivas y aumentan, también progresivamente, hasta el momento del despegue.²⁵

El rendimiento del salto vertical varía entre género, siendo significativamente mayor la altura y fuerza desarrollada en los varones que en las mujeres.²⁶

Dado esto debemos tener en claro cómo podemos evaluar dicha habilidad tan importante para el balonmano. En la actualidad se entiende la necesidad de realizar mediciones precisas para poder cuantificar y evaluar de manera correcta el impacto de una intervención en un deportista en las distintas especialidades, a su vez, se plantea que lo ideal es contar con instrumentos que tengan una alta reproducibilidad, como lo es por ejemplo, el Salto.

El Salto es un movimiento que requiere de una gran coordinación tanto del tren superior como inferior, y es una acción que moviliza grandes masas musculares, es multiarticular, y por ende, es un movimiento altamente complejo desde el punto de vista neuromuscular.²⁷

En la literatura, en los diversos estudios, y también, en la práctica deportiva, se utilizan ciertos saltos los cuales, entre otras características, miden esencialmente la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, lo cual está directamente relacionado con la velocidad vertical que el individuo puede realizar, por ende podemos interpretar a qué altura puede llegar.^{27, 28}

El CMJ, si bien posee condiciones para su realización idénticas al SJ hay una característica esencial que lo distingue del resto: la posición inicial del salto, la cual es erguido completamente, por lo tanto, este salto permita la acumulación de energía elástica en los músculos y tendones, mediante la realización de una flexión controlada de la musculatura de manera excéntrica, para su posterior explosión en un salto vertical mediante una contracción concéntrica.²⁸

Debido a las grandes exigencias físicas a las que se encuentran expuestas las jugadoras de balonmano las cuales se componen de: saltos verticales, movimientos con aceleraciones máximas en distancias cortas, el CMJ puede considerarse como un método más adecuado para el análisis de rendimiento,²⁹ que la prueba isocinética, desde el punto de vista de similitud con el gesto deportivo aunque esta prueba sigue siendo la más utilizada para el entrenamiento de la fuerza, durante la rehabilitación y entrenamiento.

DESBALANCES MUSCULARES

Los índices de fuerza de la articulación de la rodilla descritos en la literatura científica pueden agruparse en dos tendencias: índices de fuerza bilateral e índices de fuerza unilateral. Los índices de fuerza bilateral estudian el posible desequilibrio muscular que podría existir entre la fuerza de un segmento corporal en comparación a su homónimo opuesto (desequilibrio bilateral)³⁰. Por otro lado, los índices de fuerza unilateral hacen referencia a la posible modificación-alteración que podría existir entre la fuerza de la musculatura agonista y antagonista al movimiento articular³¹ (desequilibrio unilateral).

Estos desequilibrios musculares dentro de la práctica y el entrenamiento específico pueden dar lugar a una petición más grande de los grupos musculares involucrados en cada uno de los gestos deportivos, sobre todo en deportes asimétricos.³¹

En un estudio realizado en atletas adolescentes, sus autores hallaron diferencias en el reclutamiento muscular entre los atletas de élite femenina y masculina. Un alto porcentaje de las mujeres atletas contraen en primera instancia la musculatura de cuádriceps ante una respuesta de traslación anterior de la tibia, mientras que un porcentaje pequeño de mujeres y el grupo de los hombres, la misma traslación anterior de la tibia contraen primero los músculos isquiotibiales, como ya se sabe la musculatura isquiotibial actúa como agonista del LCA, resistiendo las fuerzas, mientras que la contracción del músculo cuádriceps en pequeños los ángulos de flexión de rodilla actúa como un antagonista de LCA, aumentando significativamente la tensión sobre éste.³²

Además, estos autores mostraron que las mujeres atletas tienen una mayor traslación anterior de la tibia, y los *peak* de torques de musculatura de extremidad inferior, significativamente menos a sus homólogos masculinos.³²

Así, determinados autores recomiendan la exploración de ambos índices de fuerza isocinética (bilateral y unilateral) porque podrían proporcionar información muy útil a kinesiólogos y demás profesionales de la medicina deportiva sobre: a) la función articular de la rodilla; b) el riesgo de lesión, y c) la estabilidad dinámica de la rodilla^{33,34}

En este sentido, dada la función de estabilizador dinámico de la musculatura flexora de rodilla durante las acciones de sprint, cambios de dirección y saltos, podría ser razonable considerar que una reducida fuerza de dicha musculatura, una variación en los valores de fuerza entre el lado dominante y no dominante, o un desequilibrio de fuerzas entre la musculatura flexora y la musculatura extensora de rodilla pudiera teóricamente predisponer a un paciente o deportista a sufrir lesiones por desgarro de los músculos isquiotibiales y del LCA³⁵.

El índice de fuerza bilateral ha sido descrito en la literatura científica de tres formas distintas, en función de la relación existente entre la máxima fuerza de: a) pierna lesionada/pierna no lesionada; b) pierna derecha/pierna izquierda, o c) pierna dominante (fuerte)/pierna no dominante (débil)³⁶⁻³⁸

En este sentido, muchos estudios demuestran que el índice de fuerza bilateral de la flexión concéntrica de rodilla es capaz de discriminar entre personas con posible riesgo de sufrir alguna patología en la musculatura isquiotibial y/o del LCA y personas sanas. Además, informaron que una asimetría menor del 10% en el índice bilateral era capaz de identificar a jugadores no lesionados con una probabilidad del 90,1%.^{33, 36, 37, 39}

Así, otros autores observaron diferencias significativas entre el índice de fuerza bilateral concéntrico medido a una velocidad de 60 /s de jugadores profesionales de fútbol lesionados y no lesionados.^{33, 40}

Respecto a los índices unilaterales entre la musculatura flexora y extensora de rodilla. La proporción funcional de H/Q ideal debe ser 1.0, lo que indica que los isquiotibiales pueden resistir tanta fuerza como el cuádriceps pueda producir.³⁴ No

obstante, ambas proporciones de H/Q, funcionales, pueden ser útiles para identificar el equilibrio del músculo funcional y la estabilidad de la articulación de la rodilla en jugadores de fútbol^{41, 42}

Una mayor fuerza muscular respecto a la proporción de H/Q funcional para estabilizar la articulación de la rodilla es importante en la prevención de lesiones, mientras que la proporción de H/Q ideal teórico es del 0.60 (60%) ha sido sugerida⁴³ Este índice es indicado como el umbral de seguridad para posibles lesiones de la musculatura isquiotibial y LCA.⁴⁴

FUERZA DE IMPACTO

La carrera, el salto los giros y cambios de dirección son movimientos que se utilizan en gran medida en deportes como el balonmano, de todos estos, el salto es el gesto que produce mayor cantidad de lesiones de carácter tendinoso como la tendinopatía rotuliana, la fuerza de reacción generada al momento de un salto es de 4 veces el peso corporal y de 9 veces cuando se realiza con una carrera previa, y a esto se le añade que el salto es una gesto repetitivo, donde un jugador de cancha de balonmano realiza en promedio 50 saltos por partido y un portero 24 saltos por partido en distintas direcciones y a esto no podemos olvidar que durante la carrera las fuerzas de impacto se sitúan entre 2-3 veces el peso corporal, todo lo dicho anteriormente, realizado de forma acumulativa puede desencadenar síntomas de lesión, por ejemplo, por una fuerza de impacto ejercida por el cuádriceps de 1000 N (100 kg aproximadamente) para una flexión de 5°, la carga sobre el tendón femoropatelar sería de 60 kg, y si nos acercamos a los 90° de flexión de rodilla, esta carga aumenta a 130 kg.⁴⁵

Otros factores predisponentes a lesión que se suman a los descritos anteriormente se encuentra el sobre uso, planificaciones erróneas del entrenamiento, los patrones específicos de cada deporte.⁴⁵

Otra lesión bastante común que está involucrada en los saltos y aterrizajes es la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA).⁴⁵⁻⁴⁹ Se informa que cuatro quintas partes de las lesiones de LCA ocurren a través de un mecanismo de no contacto, y la mayoría de ellos ocurren en el aterrizaje de un salto⁴⁹. Este hecho es particularmente importante ya que en las mujeres deportistas, se describen múltiples factores que incrementan el riesgo de sufrir lesiones en el aterrizaje posterior a un salto^{45,46,49-56}

Se ha documentado un mayor riesgo de lesionarse en las mujeres a características de tipo fisiológicas, como el aumento de la laxitud articular entre las mujeres, en la cual se da tal importancia y se ha sugerido que la hormona

estrógeno estaría involucrada directamente en un aumento de las tasas de lesiones en mujeres.⁵⁷⁻⁶⁰ También se ha argumentado que las diferencias anatómicas como en la estructura de la pelvis y la alineación de las extremidades inferiores (es decir, el ángulo Q) puede dar cuenta de las diferencias en las tasas de lesiones para los hombres y mujeres.^{58,59} . Mientras que un estudio se refería a la prevención de lesiones, documentó que significativamente más mujeres que varones tenían lesiones de rodilla que requirió cirugía, y sugirió que "Se debe poner énfasis en la evaluación funcional y acondicionamiento tanto de la musculatura de cuádriceps e isquiotibiales para prevenir estas lesiones."⁶¹

Así también, en otro estudio se demostró un marcado desequilibrio entre fuerza muscular isquiotibiales y los cuádriceps en mujeres atletas antes del entrenamiento. Además, los atletas masculinos tienen momentos de flexión de rodilla durante el aterrizaje de un salto, tres veces superiores a los de las mujeres atletas.⁶²

Mujeres atletas de categoría no *elite* están predispuestas a lesiones del LCA, ya que se observó que presentaban altos *peak* de impacto al momento del aterrizaje, desequilibrios en el los *peak* de fuerza de la musculatura flexora y extensora de rodilla y patrones biomecánicos del salto pueden ser las razones de la predisposición, a las lesiones anteriormente nombradas.⁶³⁻⁶⁸

PREGUNTA INVESTIGACIÓN

¿Las jugadoras de la categoría adulta pertenecientes a la Selección Nacional de Balonmano, se encuentran en mejores condiciones actuales, respecto a las asimetrías unilaterales y bilaterales de la musculatura antero-posterior de muslo que las jugadoras de la categoría Sub 21?

OBJETIVO GENERAL

Comparar las asimetrías unilaterales y bilaterales de la musculatura antero-posterior de muslo en las jugadoras de la Selección Nacional de Balonmano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer las asimetrías de fuerza concéntrica y fuerza de impacto obtenidas del CMJ
2. Examinar los déficit unilaterales, bilaterales y relación H/Q obtenidos de la prueba isocinética.
3. Determinar si existe una diferencia significativa entre la categoría sub-21 y adulta, en cuanto a los Peak de torque de cuádriceps e isquiotibial.

HIPOTESIS

H₁: Las deportistas de categoría adulta presentan mejores valores de Peak de torque de cuádriceps e isquiotibial que las jugadoras de la categoría sub-21, obtenidos mediante la evaluación isocinética.

H₂: Las deportistas presentan una simetría en la ejecución del CMJ respecto a la fuerza concéntrica durante el despegue, y de fuerza de impacto en el aterrizaje.

H₃: El mayor porcentaje de jugadoras de la Selección Chilena de Balonmano presentan valores del ideal teórico de H/Q 60%, inferiores que sus similares del alto rendimiento.

H₄: El mayor porcentaje de jugadoras de la Selección Chilena de Balonmano presentan un déficit bilateral de la musculatura de cuádriceps, superior al ideal teórico del 10%, descrito para el alto rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo descriptivo, de diseño trasversal, no experimental de carácter cuantitativo

TAMAÑO DE LA MUESTRA

La población del estudio está constituida por jugadoras pertenecientes a la Selección Chilena de Balonmano Femenina, de las categorías sub-21 y adulta; correspondiente a 19 jugadoras con una Edad promedio de 22 ± 5 Años, Peso promedio: 68 ± 7 Kg y Estatura promedio : 169 ± 6 Cm.

La muestra se caracterizó con respecto a la categoría a la cual pertenecían las jugadoras, dado esto se 9 jugadoras pertenecían a la categoría Adulta y 10 jugadoras a la categoría sub 21.

La selección de la muestra fue a través del “*muestreo no probabilístico por conveniencia*”

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Jugadoras pertenecientes a la categoría sub-21 y categoría adulta de la Selección Nacional de Balonmano.
- Poseer al menos 2 años de práctica deportiva.
- No presentar una lesión de EEII en los últimos 6 meses.
- Presentar el consentimiento informado(véase anexo n°1)

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Presentar alguna lesión de EEII, que imposibilite la realización de las evaluaciones.
- No presentarse a alguna de las pruebas relacionadas en este estudio.

TABULACIÓN DE DATOS

De acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, y clasificación de las jugadoras antes mencionadas, se tabularon los datos obtenidos en una plantilla de Excel de Microsoft 2007 en función de categorías sub-21 y adulta. También según la dominancia de extremidad inferior. Dado esto la recopilación de información se realizó un registro en fichas personales ordenadas (véase anexo nº2).

VARIABLES INDEPENDIENTES

a) **Peak de Torque Máximo**

Definición Conceptual: Producto cruz vectorial entre la fuerza generada y la longitud del brazo de palanca en la que se aplica ésta, medida en Newton metros. Independiente, cuantitativa, escala continua.

Definición Operacional: Información procesada por el computador conectado al dinamómetro, en el cual una célula de carga transmite la fuerza en una señal eléctrica que es transmitida al computador donde es registrada en Newton.

b) **Déficit Muscular**

Definición Conceptual: Falta o escasez de fuerza muscular que se juzga necesario

Definición Operacional: Nivel de diferencia de fuerza muscular registrado por el equipo isocinético. El cual es medido en porcentaje

c) **Fuerza de Impacto:**

Definición Conceptual: Fuerza de choque aplicada por un proyectil o de un objeto contra algo.

Definición Operacional: Fuerza aplicada de una persona sobre la plataforma de salto, que es registrada y transmitida hacia el computador receptor. La cual es medida en Newton.

DESCONCERTANTES

- El sujeto no realice su máximo esfuerzo debido a condiciones físicas y anímicas del sujeto al momento de la medición.
- Las instrucciones dadas por el evaluador sean mal comprendidas.

- Alimentación previa a evaluación.
- La influencia negativa del entrenamiento al cual son sometidas las jugadoras

PROCEDIMIENTOS

En primera instancia los sujetos fueron encuestados verbalmente para confirmar que cumplían con todos los criterios de inclusión. Además, fueron informados de forma verbal y escrita (consentimiento informado, véase anexo n°1) sobre todo lo relacionado con los procedimientos a los que serían sometidos.

Para conocer la extremidad dominante se pidió a cada jugadora que realizara tres pruebas: 1) saltar sobre una pierna; 2) golpear una pelota y 3) subirse a un taburete con una pierna, siguiendo la metodología de Wang y Whitney.⁶⁹ La extremidad con la que se ejecutaron al menos 2 de las 3 pruebas fue designada como dominante.

Previo a las mediciones de saltabilidad y prueba isocinética los sujetos participantes fueron sometidos a un calentamiento con el objetivo de preparar la musculatura de las extremidades inferiores y mejorar las condiciones musculares para realizar la actividad. Éste consistió en 10 minutos sobre un cicloergómetro (*Technogym*) de extremidades inferiores en modalidad manual, con un nivel de dificultad 3 en una escala de 1 a 12, se les exigió mantener entre 70 y 80 revoluciones por minuto.⁷⁰

Posteriormente se les pidió realizar 2 series de elongación estática submáxima de 20 segundos cada una para los músculos Cuádriceps, Isquiotibiales y Tríceps sural, los cuales estaban involucrados en las pruebas. Esto tiene como finalidad mejorar la perfusión, los tiempos de contracción y el reflejo de los músculos y, por último, prevenir cualquier tipo de lesión musculoesquelética.^{70, 7}

PROTOCOLO DE CMJ

Para la realización de las prueba de salto, el CMJ. Las cuales se realizaron con la plataforma de fuerza (*Twin Plates* de *Globus*), que se encuentra en el laboratorio de la facultad de Kinesiología de la Universidad FinisTerraes.

Ejecución: De pie, cada pie debe ir en una plataforma de contacto en posición recta con las piernas extendidas, ambas manos en las caderas, la atleta tiene que realizar un salto vertical después de un rápido contra movimiento con las rodillas flexionadas en 90°, durante el contra movimiento el tronco debe estar derecho para evitar alguna posible influencia en el movimiento de la musculatura del miembro inferior. En el movimiento descendente los extensores de rodilla son activados sólo en el contra movimiento, esto significa que el fortalecimiento de los elementos elásticos y la subsiguiente reutilización de la energía elástica es muy limitada. El modo de la activación muscular es una contracción concéntrica al contra movimiento.

La prueba y los datos obtenidos fueron tomados y asesorados por el Kigo. Marco Kokaly, profesor de la facultad de Kinesiología de la Universidad Finis Terraes, durante el mes de Noviembre del 2014, donde se estipuló la realización de 3 saltos, de los cuales se obtuvo un promedio y este se registró, tuvieron un descanso de 3 minutos entre cada uno de los saltos. Esta evaluación fue realizada durante una jornada de 2 horas, en donde las jugadoras fueron llamadas en grupos, para la realización de ésta.¹⁷

EVALUACIÓN ISOCINÉTICA

Estas evaluaciones, fueron desarrolladas en las dependencias de Clínica Las Condes. Con la maquina Isocinética de marca Technogym, donde las evaluaciones estuvieron a cargo del Kigo. Marcelo Avendaño y fueron realizadas durante el mes de Diciembre del 2014, en la cual las jugadoras fueron citadas en grupos de 4 integrantes, para ser evaluadas durante 5 días.

Lo primero en realizar fue indicarle a la atleta cómo funcionaba el equipo y que medición realizaba dicho equipo.

Lo siguiente fue estabilizar al sujeto a la silla, para evitar movimientos accesorios y/o compensaciones, por lo que debía estar bien ajustado, pero no muy apretado para evitar cualquier tipo de isquemia. Junto con esto, posicionar bien la extremidad, a manera de evitar un pre-estiramiento que podría condicionar los resultados.⁷²

Ejecución: Todas las evaluaciones se iniciaron con la pierna dominante y fueron realizadas a una velocidad de 60°/segundos, de cada una de las jugadoras, se realizaron 2 series de 3 curvas cada una, primera serie fue de prueba para que las evaluadas pudiesen tener un acercamiento a la evaluación, la cual no fue tomada dentro del estudio. La segunda serie fue la que se consideró para este estudio⁸.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron con los programas *GraphPad Prism 5.0*. En primer lugar se probó la normalidad de los datos, para lo que se realizó el test de Shapiro-Wilk. Se analizó la diferencia estadística considerando un 95% de confiabilidad y un alfa mayor o igual a 0.05. Se aplicó una prueba T Test no pareado para evaluar la significancia de la correlación observada entre las variables ($p < 0.05$)

RESULTADOS

El estudio fue realizado en una muestra 19 jugadoras pertenecientes a la selección Chilena de balonmano, cuyo rango de edad fluctuó entre 16 y 31 años, los promedios y desviación estándar se presentan en la tabla N°1.

TABLA n° 1 DATOS GENERALES(Promedio±DS)		
	Sub 21	Adultos
EDAD(Años)	19±2	27±3
PESO(Kg)	70±6	65±7
ESTATURA(cm)	171±5	166±6

Para ver si existía diferencia significativa entre la pierna dominante y no dominante de las variables de las pruebas de CMJ e isocinética se aplicó el "T test no pareado", el cual no arrojó resultados estadísticamente significativos.

El peak de torque de cuádriceps e isquiotibial de la pierna no dominante, son mayores que la pierna dominante pero sin significancia estadística.

Los porcentajes de H/Q se encuentran por debajo del 60% tanto en pierna dominante como en no dominante.

El peak de fuerza concéntrica es mayor en la pierna dominante la cual fué realizada en el despegue del salto de CMJ, pero el peak de impacto fué mayor en la pierna no dominante durante el aterrizaje del CMJ, todo lo anteriormente descrito es observado con los datos del grupo total, por tanto los promedios y desviación estándar de las variables descritas anteriormente, se presentan en la tabla N°2.

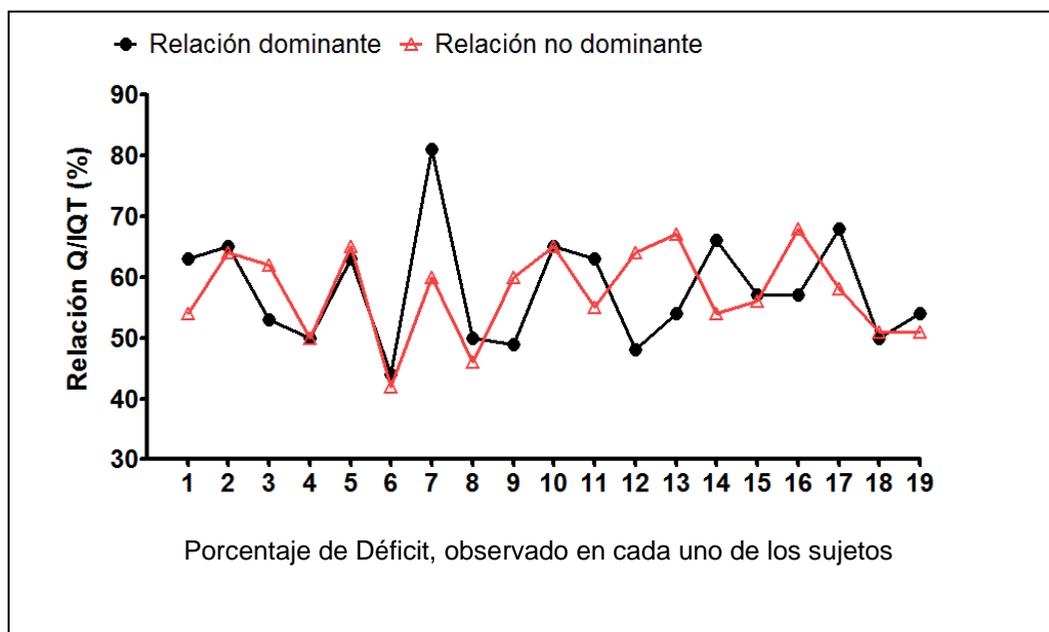
Tabla n° 2. Descripción de datos(promedio \pm DS) de CMJ y evaluación isocinética

Variables	D	ND	p
PTQ(Nm)	166 \pm 30	171 \pm 36	0,3963
PT H(Nm)	94 \pm 20	99 \pm 18	0,2326
H/Q (%)	58 \pm 9,1	57 \pm 7,4	0,4382
PFC (N)	787 \pm 131	780 \pm 86	0,3852
PIMP (N)	1.109 \pm 208	1.175 \pm 217	0,1721

CMJ= Countermovement Jump; D=Dominante; ND=No Dominante; PTQ= peak de torque cuádriceps; PT H= peak de torque isquiotibiales; H/Q=Relación isquiotibial/cuádriceps; PFC= Peak fuerza concentrica; PIMP=Peak de impacto;

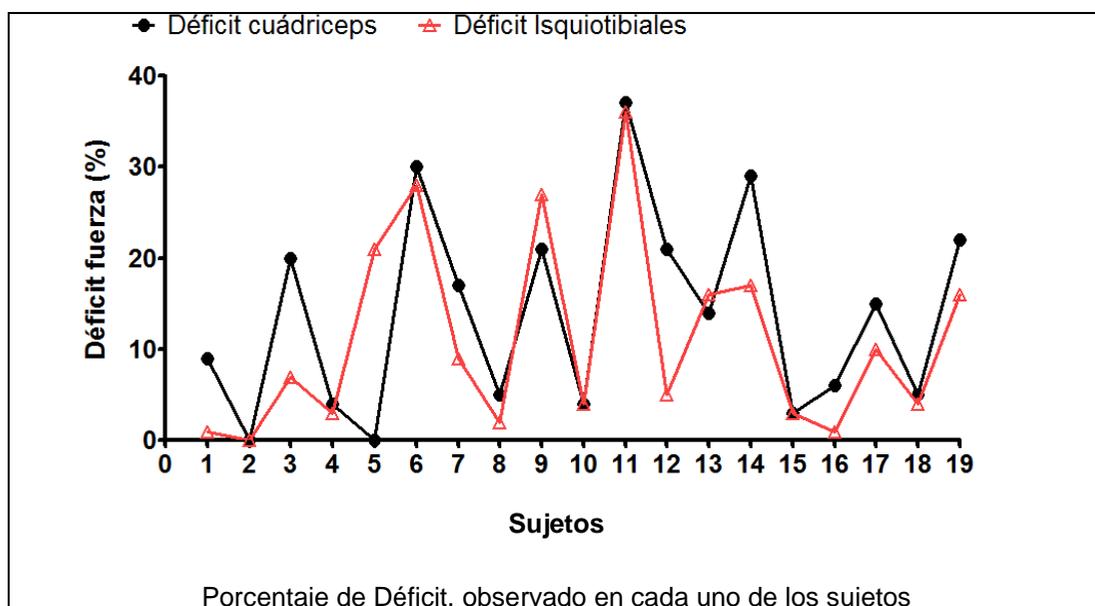
En la figura I se muestra la distribución de la relación H/Q en las jugadoras de la Selección Chilena de Balonmano. En el grupo de pierna dominante 11 jugadoras presentaron una H/Q bajo el 60% y 8 presentaron un valor superior a 60%. En grupo No dominante 10 jugadoras presentaron una H/Q bajo el 60%, mientras que 7 jugadoras están por sobre de dicho valor, algo a destacar es que 2 jugadoras se encuentran justo en el valor de 60%.

Figura I. Relación H/Q grupo total



En la figura II se muestra la distribución de los déficit bilateral de fuerza, tanto de cuádriceps e isquiotibiales. En el déficit de cuádriceps, 10 jugadoras presentaron un valor mayor al 10%, mientras de que 9 jugadoras se encuentran con un déficit menor al 10%. En los déficit bilaterales de isquiotibiales, 7 jugadoras se encuentran sobre el 10%, 11 jugadoras se encuentran bajo el 10 %, mientras que una jugadora se encuentra justo en dicho valor.

Figura II. Déficit bilateral, de cuádriceps e isquiotibial, grupo total



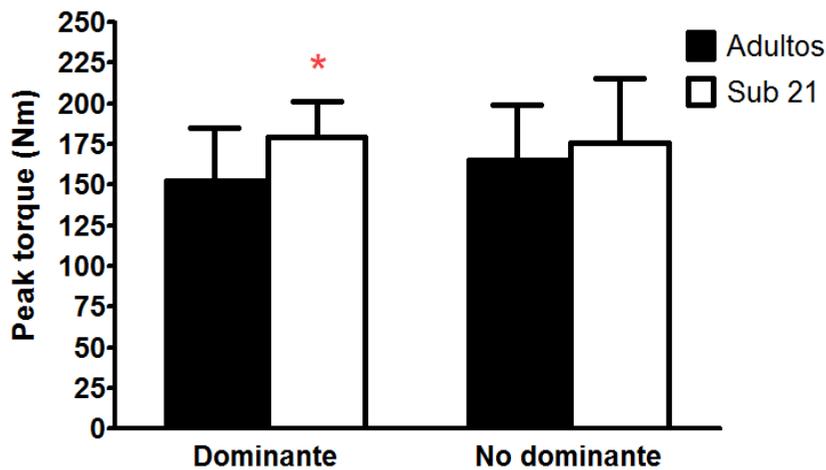
En la tabla N°3 y figura III se observa que los resultados del peak de torque de cuádriceps, los cuales fueron estadísticamente significativos sólo para la pierna dominante, con un valor ($P < 0,05$) entre ambos grupos (sub-21 y sobre 21).

Tabla n° 3. Datos peak de torque Cuadriceps (promedio \pm DS) de evaluacion isocinética pierna dominante

CATEGORIA	Peak torque(Nm)	p
SOBRE 21	152 \pm 33	0,0273*
SUB 21	165 \pm 34	

* $p < 0,05$ es significativamente estadístico

Figura III. Peak de torque Cuádriceps, según pierna Dominante y No Dominante



*Estadísticamente significativo

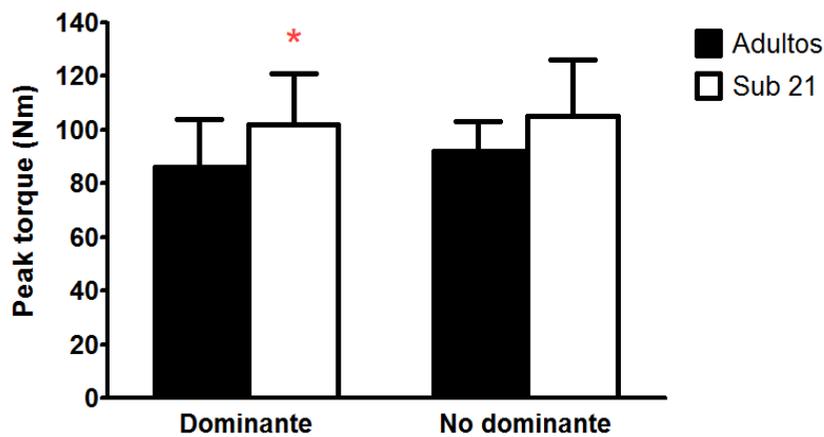
En la tabla N°4 y figura IV se aplicó T test no pareado, el cual arrojó resultados del peak de torque de isquiotibial, los cuales fueron estadísticamente significativos sólo para la pierna dominante, con un valor ($P < 0,05$) entre ambos grupos (sub-21 y sobre 21).

Tabla n° 4. Datos peak de torque Isquiotibial (promedio \pm DS) de evaluación isocinética pierna dominante

CATEGORIA	Peak torque(Nm)	p
SOBRE 21	86 \pm 18	0,0386*
SUB 21	92 \pm 11	

*p <0,05 es significativamente estadístico

Figura IV. Peak de Torque Isquiotibiales según pierna Dominante y No Dominante

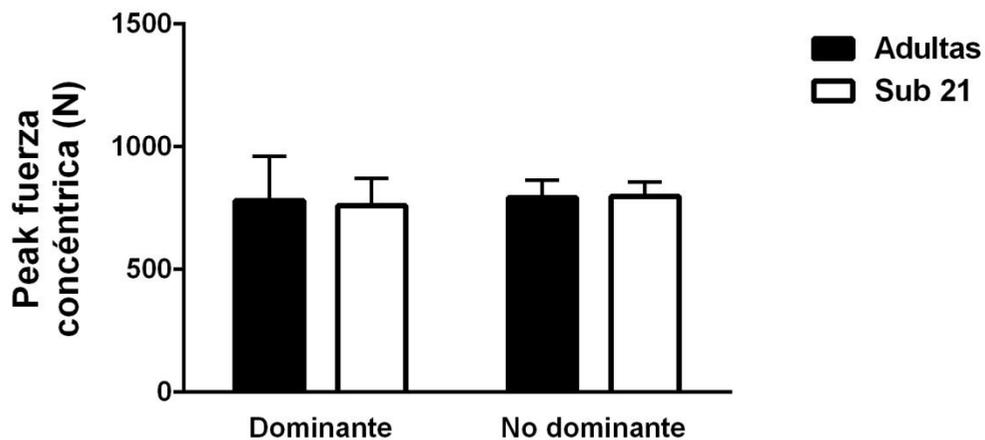


*Estadísticamente significativo

Al observar la figura V, se puede apreciar que los peak de fuerza concéntrico, de la categoría adulta presentan diferencias, según a la pierna dominante y no dominante, respectivamente(781 ± 181 N); (793 ± 71 N).

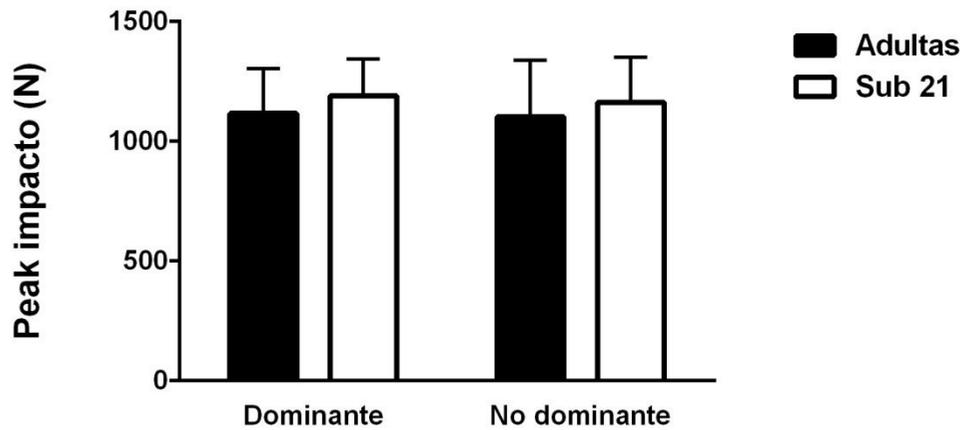
Mientras que los peak de fuerza concéntrica de la categoría sub 21 se comporta de esta forma, según la pierna dominante y no dominante, respectivamente (761 ± 110 N); 798 ± 57 N).

Figura V. Peak de Fuerza concéntrica(CMJ) según pierna Dominante y No Dominante



Observando la figura VI, los datos arrojados con respecto a la fuerza de impacto, demostrado por la categoría adulta en su pierna dominante presenta(1117±186 N); y en su pierna no dominante(1102±237 N). Ahora en los datos obtenidos desde la categoría sub 21, se encuentra que los peak de fuerza de impacto para la pierna dominante y no dominante, respectivamente son (1190±254 N); (1162±190 N)

Figura VI. Peak de Fuerza Impacto(CMJ) según pierna Dominante y No Dominante



DISCUSIÓN

Se ha visto últimamente que variados estudios utilizan los test de salto, tales como Abalakov, SquatJump y Countermovement Jump como pruebas para la evaluación del estado de los deportistas tanto en su rendimiento, respuesta al entrenamiento y como predictor de riesgo de lesiones, en un estudio se demostró que la fuerza concéntrica y la fuerza de impacto son los criterios más sensibles para identificar asimetrías.⁷³ Mientras que en otro estudio, los autores afirman que las mujeres que presentan un alto peak de fuerza de impacto durante el aterrizaje, y un patrón biomecánico alterado, podría predisponer a la deportista a ser más propensa a padecer una lesión.⁷⁴

Indistintamente en la revisión bibliográfica se encuentran estudios que utilizan equipos de evaluación isocinética, y evaluaciones de salto en plataformas de salto⁷⁴⁻⁷⁶, sin embargo en nuestro estudio utilizamos ambas evaluaciones, tanto el equipo isocinético como la prueba de salto en una plataforma de fuerza a manera de obtener resultados y analizar las asimetrías musculares en un contexto estático (isocinética) y un contexto dinámico y funcional (CMJ).

En estudios previos, el déficit de la musculatura antero-posterior de muslo, demostraron que el valor de referencia para estimar el riesgo de lesión de isquiotibiales y/o identificar a jugadores no lesionados es de un 10%, como lo observaron.^{34, 83}

En nuestro estudio estos datos fueron utilizados para determinar el valor de referencia de déficit de musculatura antero-posterior de muslo para el alto rendimiento.

En otras investigaciones se reportaron valores de referencia para H/Q de un 60% los cuales aumentaban 17 veces el riesgo de padecer una lesión de rodilla, como se observó en el estudio realizado por Yeung et al.⁸⁴ y así también

estos datos aportaron valores de referencia para la relación H/Q, en el alto rendimiento.

En otro estudio realizado en jugadoras de primera división de balonmano en Sevilla, donde se evaluó la fuerza concéntrica en una plataforma de fuerza el test CMJ, donde los resultados obtenidos por Centeno et al.⁸⁵, fueron 871.87 +/- 178.90 N. Estos valores en paralelo con nuestra investigación, nos da cuenta que los resultados obtenidos por Centeno son similares a los arrojados por nuestro estudio, principalmente en la categoría adulta.

Didier & West al realizar una evaluación de fuerza de impacto en plataforma de fuerza en deportistas y no deportistas, reportaron que el peak de fuerza impacto igual o mayor a 4 veces el peso corporal, presenta un riesgo de lesión de rodilla, específicamente de LCA.⁸⁶ Sin embargo realizando un estudio de similares características, pero con la diferencia que este último evaluó solamente a handbolistas, cuyos resultados fueron que el promedio de fuerza de impacto fue 2.43 +/- .69 veces el peso corporal.⁴⁴ Extrapolando ambos estudios al nuestro vemos que las deportistas de la muestra se encuentran bajo el valor postulado por Didier y West (fuerza de impacto igual o mayor a 4 veces el peso corporal), y dentro del rango propuesto por Hanley.

En un estudio realizado en jugadores de balonmano en Brasil, se obtuvieron resultados para peak de torque de cuádriceps (168 +/- 29) e isquiotibiales (94 +/- 14), los cuales se utilizaron como valores de referencia para nuestras deportistas, comparando con las deportistas de nuestra muestra, la categoría sub-21 obtuvo valores bastante similares, versus la categoría adulta.⁸⁷

En una revisión realizada por En España en el año 2011 se concluye que el 60% de H/Q y el 10% de déficit muscular bilateral, son los valores más viables para discriminar desequilibrios musculares y posibles lesiones futuras, tanto musculares como ligamentosas de EEII.⁸⁸

De lo anteriormente descrito se podría sugerir que la preparación de las atletas de alto rendimiento debiera considerar en el programa de

acondicionamiento físico, el acondicionamiento de la musculatura de rodilla y la corrección del desequilibrio muscular, así también como las asimetrías registradas en el CMJ.

Los valores encontrados durante este estudio justifican el desarrollo de un proyecto adicional dirigido a establecer los parámetros de referencia óptimos para los grupos musculares flexores y extensores de rodilla para las atletas de balonmano en sus respectivas categorías.

De lo anterior, y a partir de los datos observados, resultaría importante realizar como complemento de este estudio un análisis biomecánico del gesto deportivo del lanzamiento de tiro a portería, con el fin de generar una evaluación objetiva de esta cualidad en estas atletas, la que desempeña un papel clave en el éxito deportivo.

Como estrategia de prevención de lesiones en el Balonmano se han sugerido: educación, programas de ejercicios que incluyan, la combinación de balance/coordinación, fuerza, pliometría, además, todo lo anterior debe ser implementado por programas individualizados a los requerimientos de cada atleta, los cuales deben ser guiados por gente especializada; exámenes pre-competencia con una mejor atención médica especializada⁷⁸⁻⁸². Dentro de estas estrategias de prevención y en el ámbito de una atención médica especializada, la evaluación isocinética y CMJ representan una herramienta de gran utilizada en la detección de asimetrías y desbalances capaces de inhabilitar a la atleta en su práctica deportiva.

Este estudio presenta las siguientes limitaciones: El tiempo entre las evaluaciones, ya que las jugadoras se mantuvieron entrenando durante el periodo entre las evaluaciones, lo que podría haber afectado el tema de la fatiga en los datos obtenidos, así también una evaluación del porcentaje de masa muscular y peak de torques relativos, para así obtener una explicación más clara sobre la diferencia entre las categorías, pertenecientes a esta Selección Nacional.

Adicionalmente, el diseño transversal de este estudio impide evaluar el valor predictivo de la prueba isocinética y de CMJ en la plataforma de fuerza en su capacidad de pronosticar el riesgo de desarrollar lesiones deportivas.

CONCLUSIÓN.

En base a los resultados obtenidos de la evaluación isocinética se concluye que las deportistas sub-21 presentan mayor peak de torque en cuádriceps e isquiotibiales, que las jugadoras de categoría adulta. Por ende hipótesis H_1 se rechaza.

Con respecto a la fuerza concéntrica y fuerza de impacto, los resultados arrojados de la evaluación de salto CMJ, es posible concluir que las seleccionadas de balonmano femenino, efectúan más fuerza concéntrica con su extremidad dominante, y mayor fuerza de impacto con su extremidad no dominante, a pesar de ser una prueba eminentemente simétrica. Es apreciable la diferencia, lo cual, en síntesis la hipótesis H_2 se rechaza.

En cuanto a los valores de H/Q se puede concluir que el 58% de las jugadoras poseen valores inferiores al ideal teórico de 60%. por lo cual se acepta hipótesis H_3 .

En relación al déficit de cuádriceps e isquiotibiales, con los datos obtenidos se deduce, que el 53% de las jugadoras de balonmano femenino presentan un déficit superior al ideal teórico del 10%. Por lo tanto se acepta H_4 .

BIBLIOGRAFÍA

1. Croisier JL. Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Med.* 2004; 34:681-95.
2. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med.* 1994; 15:S11-8.
3. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, González- Badillo JJ, & Ibáñez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal Of Applied Physiology.* 2004; 91(5-6): 698-707.
4. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett W E, Wojtys EM. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk factor and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000; 8, 141-150.
5. Nordin M, Frankel V. *Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético.* 2010; (6):154-173.
6. Izquierdo M. *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la actividad física y el deporte.* Buenos Aires: Madrid. Médica Panamericana; 2008.
7. Vishwanath R, Madhavi K. Isokinetic Dynamometer, role in sport rehabilitation. *L clin Biomed Sci.* 2014; 4(1):257-58.
8. Ramsey R. *Biodex Multi-joint System, Clinical resource manual.* Isokinetic source book. 2000; (4): 5-12.
9. Pérez Sánchez D. *Evaluación de la fuerza isocinética de las piernas en gimnastas élites cubanas.* Tesis para optar por el grado académico de máster en control médico del entrenamiento deportivo. La Habana (Cuba): Instituto de medicina del deporte; 2010.
10. Martínez González-Moro I. Valoración Clínico-isocinética del aparato locomotor. *Revista de Medicina e Investigación.* Universidad de Murcia. 2003; 75(1):5-15
11. Che T, Yi W, Maffulli N, Ming K, Chan J. Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. *BrJ Sports Med.* 1996; 30:156-160.

12. Sajovic M, Pavlic Zaloznik S. Knee objective stability and isokinetic thigh muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized six-month follow-up study. *J sport Med Stud*. 2014; 4;4.
13. Motomi I, Yutaka T, Hiroyuki M. Development of a method for measuring joint torque using an isokinetic machine. *Jpn J Compr Rehabil Sci*. 2014; (5):141-146.
14. McNitt-Gray J. Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sports Biomechanics*. 1991; 7, 201-223.
15. Reiser RF, Rocheford EC, Armstrong CJ. Building a better understanding of basic mechanical principles through analysis of the vertical jump. *Strength & Conditioning Journal*. 2006; 28(4): 70-80.
16. Cortes N, Onate J, Abrantes J, Gagen L, Dowling E, Van Lunen B. Effect of gender and foot-landing techniques on lower extremities kinematics during drop-jump landings. *Journal of Applied Biomechanics*. 2007; 23(4):289-299.
17. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo; 1994.
18. Bosco C. La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. Barcelona: Inde; 2000.
19. Kurokawa S, Fukunaga T, Fukashiro S. Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *Journal of Applied Physiology*. 2001; 90: 1349-1358.
20. Zakas A. Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006; 46(1): 28-35.
21. Acero J. La evolución matemática de la evaluación del salto vertical. Pamplona (Colombia): Paidotribo. Universidad de Pamplona; 2003.
22. Aguado XJ. Plataforma de fuerza en la medición de las manifestaciones de la fuerza. Programa de doctorado en Biomecánica de la fuerza y arquitectura muscular, Ciudad Real (España): Universidad Castilla-La Mancha; 1999.

23. Pandy MG. Computer modeling and simulation of human movement. *Annuals Reviews of Biomedical Engineering*. 2001; (3):245-273.
24. Laffaye G, Bardy BG, Durey A. Principal component structure and sport-specific differences in the running one-leg vertical jump. *Int J Sports Med*. 2007; 28(5):420–425.
25. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jump using a force platform. *Annual of Journal Physical*. 2001; 69(11):1198-1204.
26. Patterson DD, Peterson DF. Vertical jump and leg power norms for young adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 8. 2004; (1): 33-41.
27. Slinde F, Suber C, Suber L. Test-retest reliability of three different countermovement jumping test, *Journal of strength and conditioning research*. 2008; (3):640-644.
28. González B, Ribas J, Juan S. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza: Barcelona: INDE; 2002.
29. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004; 38: 285–288.
30. Croisier JL. Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Med*. 2004; 34:681-95.
31. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre- Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: Quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*. 1998; 26:231-7.
32. Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med*. 1996; 24: 427–436.
33. Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. Identification of previous hamstring muscle injury by isokinetic concentric and eccentric torque measurement in elite soccer player. *Isokinet Exer Sci*. 2003;11:139-44.
34. Gerodimos V, Mandou V, Zafeiridis A, Ioakinidis P, Stavropoulos N, Kellis S. Isokinetic peak torque and hamstring/ quadriceps ratio in young basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003; 43:444-52.

35. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riaucour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med.* 1998; 32:309-14.
36. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med.* 1994; 15:S11-8.
37. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Pre- season strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med.* 1991; 19:76-81.
38. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Keays AC. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res.* 2003; 21:231-7.
39. Yamamoto T. Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993; 33:194-9.
40. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballer. *American Journal of Sports Medicine.* 1997; 25:81–85.
41. Graham-Smith P, Lees A. Risk assessment of hamstring injury in rugby union place kicking. In: W. Spinks, T. Reilly, & A. Murphy (Eds.), *Science and football IV*, London: Routledge; 2002. pp. 182 – 189.
42. Reilly T. Physiological profile of the player. In: B. Ekblom (Ed.), *Football (soccer)*. London: Blackwell; 1994. pp.78 – 94.
43. Zakas A, Mandroukas K, Vamvakoudis E, Christoulas K, Aggelopoulou N. Peak torque of quadriceps and hamstrings muscles in basketball and soccer players of different divisions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 1995; 35:199 – 205.
44. Ramírez H. Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012. *Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD). Revista de Medicina e Investigación.* 2014; 2(2):154-162.

45. Chappell JD, Herman DC, Knight BS, Kirkendall DT, Garrett WE, Yu B. Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*. 2005; 33: 1022-1029.
46. Chaudhari AM, Hearn BK, Andriacchi TP. Sport-dependent variations in arm position during single-limb landing influence knee loading. *American Journal of Sports Medicine*. 2005; 33: 824-830.
47. Yu B, Kirkendall D, Garrett WE. (a) Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Anatomy, Physiology, and Motor Control. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2002; 10: 58-68.
48. Yu B, Kirkendall D, Taft TN, Garrett WE. (b) Lower extremity motor control-related and other risk factors for non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Instructional Course Lectures*. 2002;51: 315-324.
49. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, Mclean SG, Van Den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *American Journal of Sports Medicine*. 2005 ;33 (4): 492-501.
50. Colby S, Francisco A, Yu B, Kirkendall M, Finch M, Garrett W. Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers. Implications for anterior cruciate ligament injury. *American Journal of Sports Medicine*. 2000; 28: 234-240.
51. Cowling EJ, Steele JR, McNair PJ. Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. *British Journal of Sport Medicine*. 2003; 37: 126-130.
52. Decker MJ, Torry MR, Wyland DJ, Sterett WI, Steadman JR, Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*. 2003;18: 662-669
53. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing. *Journal of Athletic Training*. 2003;38 (1): 18-23.

54. Kain CC, McCarthy JA, Arms S. An in vivo analysis of the effect of transcutaneous electrical stimulation of the quadriceps and hamstrings on anterior cruciate ligament deformation. *American Journal of Sports Medicine*.1998; 16: 147-152.
55. Malinzak RA, Colby S, Kirkendall D, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinic Biomechanics*.2001; 16: 438-445.
56. Zazulak BT, Ponce PL, Straub SJ, Michael JM, Avedisian L, Hewett TE. Gender comparison of hip muscle activity during single-leg landing. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2005; 35: 292-9.
57. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*.1995; 23: 694–701.
58. McArdle W, Katch F, Katch V. Hormonas, ejercicio y entrenamiento. En: *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Madrid: Mc Graw-Hill/Interamericana de España; 2004. pp.340-67.
59. Shultz S, Schmitz R & Beynnon B. Variations in varus/valgus and internal/external rotational knee laxity and stiffness across the menstrual cycle. *JOrthopRes*. 2011; 318-25.
60. Deie M, Sakamaki Y, Sumen Y, Urabe Y & Ikuta Y. Anterior knee laxity in young women varies with their menstrual cycle. *Int Orthop*. 2002; 26(3):154-6.
61. Gómez Rodas A. El entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones de rodilla en la mujer. Pereira (Colombia): Kinesis; 2007.
62. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, et al. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J SportsMed*. 1996; 24: 765–773.
63. Huston LJ, Greenfield ML, Wojtys EM. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete: potential risk factors. *Clin Orthop Relat Res*. 2000; 372:50–63.

64. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum.* 2004; 50(10):3145–3152.
65. Goshima K, Kitaoka K, Nakase J, Takahashi R, Tsuchiya H. Clinical evidence of a familial predisposition to anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med.* 2011; 45(4):350–351.
66. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med.* 2009; 19(1):3–8.
67. Urabe Y, Kobayashi R, Sumida S, et al. Electromyographic analysis of the knee during jump landing in male and female athletes. *Knee.* 2005; 12(2):129–134.
68. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2008; 36(8):1476–1483.
69. Wang SS, Whitney SL, Burdett RG, Janosky JE. Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 1993; 17(2):102-107.
70. Bowers R, Fox E. *Fisiología del Deporte.* 3ª.ed. Madrid: Médica Panamericana; 1995.
71. Brown L, Weir J. Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power". *Journal of Exercise Physiology.* 2001; 4:1-21.
72. González I, Fernández J, Zanoletty D, Sainz de Murieta J, Ponce C, Rodríguez M. Determinación de la normalidad en la evaluación isocinetica de la rodilla. *Fisioterapia.* 2002; 24:141-146.
73. Hans-Joachim M. Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2013; 27(5)/1370–1377F.

74. Grindstaff TL, Hammill RR, Tuzson AE, Hertel J. Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train.* 2006; 41(4):450–456.
75. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *Am J Sports Med.* 2008; 36: 1469–1475.
76. Brown LE and Whitehurst M. Load range. In: L.E. Brown, ed. *Isokinetics in Human Performance.* Champaign, IL: Human Kinetics, 2000. pp. 97-121
77. Newton RU, Gerber A, Nimphius S, Shin J, Doan BK, Robertson M, Pearson DR, Graig BW, Hakkinen K, Kraemer WJ. Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *J Strength Cond Res.* 2006; 20: 971–977.
78. Myklebust G, et. al. Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2003;13:71–78.
79. Soderman K, Werner S, Pietila T, et al. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000; 8:356–363.
80. Myklebust G. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. *Br J Sports Med.* 2013; 1:1–4
81. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2005; 2:330:449.
82. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Kannus P. Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: a randomised controlled study. *Br J Sports Med.* 2009; 43:1073-1078.

83. Houweling TAW, Head A, Hamzeh MA. Validity of isokinetic testing for previous hamstring injury detection in soccer players. *Isokinet Exer Sci.* 2009; 17:213---20.
84. Yeung S, Suen A. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med.* 2009; 43:8 589-594.
85. Centeno R. Análisis del salto en Plataforma Dinamométrica en jugadores y jugadoras de Balonmano. *Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla .2008; XXV(125):189-197.*
86. Didier JJ & West VA. Vertical jumping and landing mechanics: female athletes and nonathletes. *International Journal of Athletic Therapy & Training.* 2011; 16(6);17-20.
87. Dos Santos M. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of Sports Sciences.* 2012; 30(6): 547-553.
88. Ayala F, et al. Validez y fiabilidad de los ratios de fuerza isocinética para la estimación de desequilibrios musculares. *Apunts Med Esport.* 2012; 47(176):131-142.

Apéndices

Apéndice n° 1 Datos obtenidos evaluación Isocinética

Jugadora	PESO(KG)	PT Q(Nm)		Deficit Q(%)	PT ISQ(Nm)		deficit ISQ(%)	Desbalance H/Q	
		DER	IZQ		DER	IZQ		DER	IZQ
1	71	248	176	-29%	134	111	-17%	54%	66%
2	64	164	136	-17	101	111	9	60%	81%
3	57	149	135	-9	85	86	1	54%	63%
4	63	194	134	-30	83	60	-28	42%	44%
5	75	139	162	14	104	89	16	67%	54%
6	78	195	207	6	122	120	-1	68%	57%
7	65	185	192	3	109	105	-3	56%	57%
8	70	147	116	-21	83	60	-27	60%	49%
9	69	186	196	5	89	91	2	50%	46%
10	77	196	205	4	129	135	4	65%	65%
11	75	199	124	-37	114	72	-36	63%	55%
12	57	139	146	5	74	71	-4	51%	50%
13	61	131	165	20	81	88	7	62%	53%
14	72	211	164	22	109	91	16	51%	54%
15	70	177	150	15	104	93	10	58%	68%
16	78	231	221	4	113	109	3	50%	50%
17	64	144	144	0	101	83	21	65%	63%
18	58	131	131	0	88	88	0	64%	65%
19	66	184	145	-21	89	94	5	48%	64%

Apéndice N° 2 Datos Obtenidos CMJ

Jugadora	Edad	pierna domi	Pico Fuerza Concentrica(N)						FUERZA DE IMPACTO(N)							
			SALTO 1		SALTO 2		SALTO 3		SALTO 1		SALTO 2		SALTO 3			
			IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA		
1	31	izquierda	618,27	600,001	643,161	631,594	647,52	624,467	664	715	726,681	681,956	1.166,32	988	1.070,23	811,967
2	30	izquierda	675	714	657	698	664	715	1.207	1.205	799	1.553	1.441	1.245		
3	29	izquierda	842,795	646	819	630	757	639	1.453	1.453	1.018	1.202	814	1.338		
4	28	izquierda	902,014	844	912	957	876	892	1.386	977	1.395	1.333	1.749	814		
5	28	izquierda	658	666	692	678	725	729	840	1.147	956	983	1.312	1.193		
6	28	izquierda	653,2	745,2	669,6	762,8	636,1	756	990,4	1648	878,3	1426,4	717	1481		
7	23	izquierda	699	859	798	886	763	808	1.148	643	1.526	755	1.140	1.150		
8	22	derecha	1.035.384	1.078	873	1.661	870	892	836	1.343	1.660	412	1.970	1.578		
9	22	izquierda	743	765	718	797	686	731	921	998	734	1.106	1.429	1.543		
10	21	izquierda	734	785	779	843	774	764	1.253	1.333	1.844	1.164	1.329	1.605		
11	21	derecha	796	823	781	877	772	822	1.129	1.142	803	1.415	973	1.128		
12	21	derecha	714,8	754,6	718,6	768,4	742,9	755,8	1334,1	1298,9	1134,7	1053	889,1	1082,8		
13	19	izquierda	751	803	744	738	741	821	1.124	1.358	1.003	1.068	969	1.736		
14	18	izquierda	795	795	811	770	943	915	996	1.024	835	844	900	1.687		
15	18	izquierda	822	794	819	804	789	791	696	1.377	833	1.079	848	1.118		
16	18	izquierda	884	874	922	929	955	933	1.298	1.089	1.371	1.169	978	1.259		
17	17	izquierda	790,72	794,549	798	786	798	797	878	1.126	973	926	1.074	849		
18	16	izquierda	647	700	666	711	657	717	942	905	898	709	634	947		
19	16	izquierda	768	814	787	852	809	873	1.098	1.239	1.630	1.132	1.545	1.842		

Anexo N°1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Santiago, ____ de _____ 2014.

Yo _____

_____, R.U.T. N° _____,
manifiesto mi voluntad y compromiso para ser parte de la muestra de personas solicitada por los señores, Roberto Escobar, Teddy Martínez y Alexis Palma, alumnos de la Carrera de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae; quienes realizan su Tesis de Grado conducente al grado académico de Licenciado(a) en Kinesiología.

Confirmando que se me ha entregado la información de los objetivos, justificaciones y etapas del proceso de estudio, y ha sido bajo mi consentimiento la decisión de participar en la investigación y colaborar con ellos.

FIRMA

Anexo N°2

RECOPIACIÓN DE DATOS

Nombre de jugadora: _____

Características generales de la deportista:

- Edad: _____ Años.
- Peso: _____ Kg.
- Estatura: _____ Cms.
- Extremidad inferior dominante: _____

ISOCINÉTICA

	Cuádriceps	Isquiotibiales	Relación
Pierna derecha			
Pierna izquierda			
Déficit			

CMJ

	Salto1	Salto1	Salto2	Salto2	Salto3	Salto3
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
Peak de F						
Peak F de impacto						