

EVALUACION DE LA ASIMETRÍA BILATERAL EN EL SALTO VERTICAL CON CONTRAMOVIMIENTO EN SUJETOS CON ACTIVIDAD FISICA FEDERADA, AFICIONADA Y SEDENTARIA

Contreras, M*, Jaimes Laguado M**, Soto Hermoso V**

*Departamento de Terapia Ocupacional, Universidad de Pamplona.

**Departamento de Enfermería, Universidad de Pamplona.

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Granada.

RESUMEN.

El objetivo principal de la investigación fue establecer la validez y fiabilidad del salto vertical en contramovimiento para la evaluación de la asimetría bilateral, y el análisis de rendimiento, en sujetos con niveles de actividad física federada, aficionada y sedentaria, de igual manera comprobar si el test de Bosco permite el análisis de rendimiento de sujetos que realizan actividades físicas y deportivas específicas. Para ello se aplicó el protocolo de Bosco, empleando una plataforma de contacto SportJUMP System PRO, el SPSS para el análisis estadístico. Participaron en el estudio (N=181) sujetos, de los cuales (N=68) eran sedentarios, (N=85) aficionados y (N=28) federados, la totalidad de los sujetos estaba dividido en grupos de (N=149) hombres y (N=32) mujeres.

Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en la asimetría bilateral tanto en hombres como en mujeres ya que se encuentran en un rango muy bueno de valoración de la asimetría bilateral. En saltos SJ, CMJ Y ABK las diferencias más significativas se encuentran en los sujetos federados o profesionales, ya que se encuentran al mismo nivel que los sedentarios y los aficionados.

Palabras clave: Asimetría bilateral, Salto vertical, Biomecánica,

ABSTRACT

The purpose of this study was to establish the validity and reliability of the vertical jump in countermovement to assess both the bilateral asymmetry, and the performance analysis, in subjects with federate/associated, amateur and sedentary physical activity levels, as well as to prove if the Bosco test allows the performance analysis in subjects who practice specific physical and sports activities. For this purpose the Bosco protocol has been used with a contact platform Sport JUMP System PRO, and the SPSS (Statistical package for the social sciences) for the statistical analysis. 181 subjects (N=181) have taken part in the study, 68 (N=68) were sedentary, 85 (N=85) amateur and 28 (N=28) who belong to a federation/association. The number of subjects included 149 men and 32 women.

The results do not show any significant difference in the bilateral asymmetry neither in men nor in women as they already present a very good range of bilateral asymmetry values. In SJ, CMJ

and ABK jumps, the most significant differences were found in the associated/federate o professional subjects, as they present the same level as the sedentary and the amateurs.

Key words: Bilateral asymmetry, vertical jump, biomechanics.

INTRODUCCIÓN

El salto vertical adquiere una enorme importancia en el desarrollo de la motricidad humana y contribuye al incremento de la salud por medio de una mejora de las propiedades cardiovasculares, fortaleciendo músculos y huesos, y mejorando la flexibilidad, la agilidad, la coordinación dinámica general, coordinación óculo-pedestre, fuerza, potencia y equilibrio (Díaz, J. 1999). Por una parte constituyen una habilidad básica de la motricidad y por otra parte configuran como habilidades específicas en el caso de múltiples disciplinas deportivas (atletismo, gimnasia, baloncesto, etc.), (Sale 1991).

El salto es una cualidad, la cual está compuesta por fuerza, velocidad y agilidad. Así mismo, el salto es una actividad física que se caracteriza por los esfuerzos musculares cortos de carácter explosivo y que tiene muchos estilos, donde el rigor muscular y la técnica adquieren primordial importancia. Postoev, (1990).

Muchas actividades cotidianas de la vida y en la mayoría de los deportes, requieren contar con una adecuada capacidad y potencia, por lo que el estudio de estas variables se ha convertido en una necesidad para mejorar el rendimiento de deportistas y conocimientos de entrenadores y/o preparadores en la planificación de sesiones y preparación para la competición (Zamora, J. D. Salazar Rojas, W. 2002).

El rendimiento en el salto vertical ha sido estudiado por los investigadores durante

décadas. Más recientemente, se ha profundizado de manera más objetiva y científica, comenzado a comprender su estrecha relación con el control motor y los movimientos multiarticulares (Aragón-Vargas y Gross, 1997). El salto vertical, está basado en varias variables independientes específicas, cada una de las cuales puede afectar o favorecer en el rendimiento final del salto. Si estas variables son debidamente identificadas, los investigadores pueden tratar de manipular cada una de ellas de manera independiente o conjunta para maximizar el rendimiento en el salto vertical (Weiss, Relyea, Ashley and Propst, 1997).

La altura del salto está condicionada por la velocidad vertical en el momento del despegue y del ángulo con el que se proyecte el centro de gravedad. La velocidad vertical, por su parte, depende de la diferencia de altura del centro de gravedad entre el principio y final de la batida, y del tiempo en que se tarda en recorrer esta distancia. Cuanto mayor sea la distancia y menor el tiempo, mayor será, en principio el componente vertical de la velocidad, aunque en cualquier caso se deberán tener en cuenta las características musculares de los sujetos (Molina et al., 1994)

El objetivo de los saltos, desde este punto de vista es transportar el centro de gravedad (C.G.) del cuerpo, más alto o más lejos. Desde el punto de vista mecánico, esto implica la necesidad de vencer todas las resistencias externas mediante un trabajo de gran magnitud, aprovechando al máximo las

energías disponibles (Rodríguez Facal, F. 1995)

Cualquier fuerza tanto interna como externa, son solo la consecuencia de una acción mutua entre dos cuerpos, siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el segundo ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud y dirección, aunque con sentido opuesto. 3ª ley de Newton, según lo cual no es posible la existencia de una fuerza única, estas siempre se presentan por parejas, se le ha denominado ley de acción y reacción.(Gutiérrez M 1999: Biomecánica Deportiva Bases Para El Análisis, Cap. 3 pág. 81,87,89,91,93).

El centro de gravedad (CG) se define como un punto fijo de un cuerpo material donde actúa la fuerza gravitatoria resultante.

El centro de masa (CM) es aquel punto en un cuerpo material o de un sistema coordinado que se mueve como si la masa total del sistema se hallara en el citado punto y todas las fuerzas externas fuesen aplicadas al mismo.(Gutiérrez M 1999: Biomecánica Deportiva Bases Para El Análisis Cap. 3 pág. 97, 98).

Bobbert et al., (2002) muestran que cuando se utilizan diferentes técnicas de salto, la potencia mecánica pico, durante los saltos puede variar significativamente, mientras el rendimiento en el salto vertical se mantiene constante. Esto sugiere que mientras la potencia mecánica este fuertemente relacionada con el rendimiento en el salto vertical, y no será un factor limitante de éste.

El cuerpo humano está integrado, entre otras cosas, por un elevado número de palancas los cuales permiten desarrollar trabajo mecánico en diversas magnitudes. La palanca consta de un brazo de resistencia y otro de potencia, se puede determinar que cuanto más alejado se encuentra la

aplicación de la resistencia, tanto mayor será necesario el desarrollo de fuerza. Por el contrario, cuanto mayor sea el brazo de fuerza o potencia, tanto menor será la necesidad de aplicar fuerza tanto para mantener o desplazar una oposición. (Guede F. 2007)

La altura del salto está condicionada por la velocidad vertical en el momento del despegue, la velocidad vertical, por su parte, depende de la diferencia de altura del centro de gravedad entre el principio y final del gesto, y del tiempo en que se tarda en recorrer esta distancia. Cuanto mayor sea la distancia y menor el tiempo, mayor será, en principio el componente vertical de la velocidad, aunque en cualquier caso se deberán tener en cuenta las características musculares de los sujetos.(Molina et al, 1994)

La capacidad de aplicar fuerza a la máxima velocidad posible determina los niveles de potencia muscular, el cual ha sido considerado un indicador clave de la intensidad de esfuerzos físicos (Cronin y Sleivert 2005). Este parámetro, junto con la relación determinada entre la fuerza y la velocidad en distintos ejercicios, ha sido utilizado para describir las características funcionales y los efectos de los entrenamientos aplicados en diferentes actividades físicas (Baker 2001, Naclerio y col. 2007).

Se puede considerar que la altura vuelo en el salto vertical viene condicionada por cuatro factores principales (Ferragut, C. Cortadillas, J. Arteaga, R. (2003):

Tanto la fuerza de contracción como la velocidad a la que se genera tensión dependen a su vez de otros dos factores: la velocidad de reclutamiento y activación de las motoneuronas implicadas en el salto, así como el número de unidades motoras

reclutadas y su frecuencia de descarga (dinámica de estimulación), del tiempo empleado en alcanzar un estado de estimulación máxima muscular o tiempo invertido en el acoplamiento entre estimulación y contracción (dinámica de excitación) y, en parte, de la interacción entre los elementos contráctiles y elásticos (dinámica de la contracción).

En tercer lugar, de la eficacia con la que se ejerce el control motor de las órdenes generadas para producir el salto, es decir, la coordinación motora. Hay dos niveles de coordinación motora que son relevantes en el caso de los saltos. Por un lado la coordinación agonista-antagonista tanto intramuscular como intermuscular. Para que los músculos que intervienen en el salto actúen con máxima eficacia es necesario que se produzca un reclutamiento masivo de los músculos agonistas, convenientemente secuenciado en el tiempo. Simultáneamente, la actividad antagonista debe ser reducida al mínimo necesario para garantizar la estabilidad y coaptación articular.

En cuarto lugar, es preciso dirigir adecuadamente el vector de fuerza resultante, de tal manera que se maximice su componente vertical sobre el centro de masas. La dirección de la componente vertical del vector de fuerzas resultante depende fundamentalmente de la actuación de los músculos biarticulares (Van Ingen Schenau y col 1987, 1992) (Jacobs y Van Ingen Schenau 1992).

La fuerza se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el musculo al activarse, esta capacidad está relacionada con factores de tipo estructural como

puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con filamentos de actina, número de sarcómeros en paralelo, la tensión específica o fuerza que una fibra muscular puede ejercer por unidad de sección transversal, la longitud de la fibra y del músculo y el tipo de fibra, y otros de tipo neuronal, como el número de unidades motoras activas, los aumentos en la frecuencia de estimulación que se den en las motoneuronas que gobiernan las fibras musculares, el numero de sarcómeros que se activen, los factores facilitadores e inhibidores de la activación neuromuscular y las características de manejo del calcio iónico en el interior de la fibra, estos aspectos básicos para la generación de fuerza muscular están relacionadas con las propiedades mecánicas del musculo como el ángulo articular, donde se genera la tensión articular, la longitud inicial del musculo, cuando se activa, el tipo de activación, y la velocidad del movimiento, son factores determinantes de la tensión en el musculo. Por tanto la fuerza que puede manifestar un musculo esquelético también depende de la longitud que tienen los músculos en el momento de generar tensión y cambios de longitud en el tiempo (velocidad de contracción) (JJ Gonzales-Badillo, Izquierdo M Propiedades Biomecánicas del musculo Capitulo 27 Pág. 553).

La máxima potencia mecánica desarrollada por la musculatura es un elemento esencial en el rendimiento de muchos deportes. Los tests de salto vertical son frecuentemente utilizados para evaluar la potencia de la musculatura extensora de las extremidades inferiores. Más aún en deportes que impliquen saltos o cambios rápidos de posición (Vandewalle y cols., 1989).

Por otra parte, las diferencias entre los sujetos en la potencia máxima de la cadera, pueden deberse no solamente a diferencias

en la composición del tipo de fibra muscular, sino también a diferencias en la coordinación, que permite a una serie de músculos actuar a un rango más alto de fuerza-velocidad (Aragón-Vargas et al).

En relación con la diferencia entre los grupos musculares, el rendimiento de la musculatura de la cadera parece ser la que más correlación tiene con el rendimiento en el salto vertical. Solamente la fuerza de la musculatura de la rodilla, tiene una correlación más fuerte que su homóloga en la cadera, aunque la musculatura del glúteo mayor junto con los vastos, son los mayores generadores de energía durante la acción máxima del salto vertical Aragón-Vargas et al. Concluyen en su investigación que es posible predecir las diferencias en el rendimiento del salto vertical entre sujetos, utilizando diferentes variables kinesiológicas como predictoras. La posición neta del centro de gravedad del cuerpo en el despegue, contribuye a dar una pequeña información de la predicción del salto vertical, comparado con la velocidad vertical de despegue. La potencia total del cuerpo es un simple predictor del salto vertical. Knudson (1999), en su investigación demuestra que el estiramiento anterior al salto vertical estático (SJ) y al salto con contramovimiento (CMJ), disminuía el rendimiento de manera significativa en un 4% en ambas pruebas. El mismo descenso del rendimiento en ambos tipos de salto, SJ y CMJ, después de haber estirado, sugiere que el stretching no afecta a la rigidez o acumulación y utilización de la energía elástica en la musculatura de las piernas. Knudson et al (2001), en su investigación concluyen que el estiramiento realizado como parte del calentamiento para realizar una actividad física, puede ser contraproducente para el rendimiento del CMJ en jóvenes físicamente activos. Muchos de los sujetos de su estudio (55%)

disminuyeron su rendimiento en salto vertical un 7,5%. No hubo diferencias en la biomecánica del salto, lo que podría indicar que el estiramiento disminuye la rigidez de los músculos.

La fatiga muscular es otro limitante en el rendimiento del salto vertical. La potencia muscular es definida como el ratio de producción de trabajo determinado por la fuerza producida por el músculo y la velocidad de contracción de este. Un descenso en cada componente reduce por tanto el rendimiento potencial. Un factor importante que influencia a la potencia es la fatiga, el cual es definido como una reducción relativa en la fuerza máxima (Driss, Vandewalle, Le Chevalier, Monod, 2002).

Dentro de las variables del comportamiento neuromotor a nivel del sistema nervioso y la mecánica musculo-articular se encuentra un fenómeno que en los últimos 40 años ha sido estudiado por científicos de diferentes áreas y que es denominado el Déficit Bilateral (DBL).

En la literatura, ha sido reportado que el resultado de fuerza de las acciones bilaterales simultáneas máximas del cuerpo humano son menores en cantidad que la suma de las acciones unilaterales. De acuerdo con Harman y cols el DBL es atribuido a un manejo neural reducido para activar los músculos de una acción bilateral simultánea o a factores no neurales tales como las relaciones fuerza-velocidad o fuerza-tensión.

Peter Vint (Department of Exercise Science and Physical Education. Arizona State University), Propone que el déficit bilateral (DBL) debe definirse como la diferencia entre el trabajo bilateral y la suma de los trabajos unilaterales ($TUI+TUD = TB$). El término déficit bilateral ha sido usado

exclusivamente en estudios de contracción muscular máxima.

La altura saltada o alcanzada (cm) en saltos del tipo CMJ y ABK ha sido estudiada para obtener el % DBL en sujetos de diferentes edades y actividad física.

En la evaluación de miembro inferior, la asimetría de fuerza bilateral por lo general se refiere a la diferencia relativa en fuerza máxima entre el dos piernas.

La asimétrica de los extensores de rodilla y músculos flexores es extensamente usado en medicina deportiva, para cuantificar el déficit funcional consiguiente a la lesión de rodilla, para supervisar el eficacia de programas de rehabilitación de deporte, y decidir si un atleta está listo a volver a la competición (Clark et al., 2003).

Además, algunos estudios sugieren que la fuerza bilateral asimétrica puede ser un factor de riesgo para lesiones músculo esqueléticas (Croisier, 2001)

Por lo tanto, su medida también puede ser útil para identificar a atletas en riesgo aumentado de lesiones en miembros inferiores durante educación y competición.

Este nuevo método consiste en un contramovimiento con ambas piernas sin movimiento de brazos, y en ello vencen algunos defectos antes mencionados durante las pruebas de salto: ninguna medida directa es producción de fuerza, la influencia de equilibrio, la alta carga mecánica sobre el miembro inferior, y la influencia de la coordinación de los miembros superiores. Además, esto requiere sólo una plataforma de fuerza, así realizando un salto similar de

dos piernas de prueba recientemente propuesta por Newton.

En la literatura, fuerza de miembro inferior relativa a la asimetría es calculada de formas diferentes:

$(\text{pierna derecha} - \text{pierna izquierda}) / \text{pierna izquierda} * 100$

$(\text{pierna mas fuerte} - \text{pierna más débil}) / \text{pierna mas fuerte} * 100.$

El primer método tiene la desventaja de proporcionar los valores diferentes de asimetría relativa cuando la utilización del miembro derecho como numerador independientemente de su estado funcional (más débil o más fuerte).

El segundo método no tiene el problema mencionado anteriormente, pero esto siempre daba valores positivos. Esto es un problema cuando los porcentajes interesados (la distribución sesgada) y la fiabilidad (hay posibilidad que la pierna fuerte sea la más débil en una evaluación subsecuente).

A menudo, estos estudios de salto fueron estudiados con enfoques de dos dimensiones suponiendo una simetría bilateral (Stephens, Lawson, DeVoe, y Reiser, 2007) informó que, durante el salto en contramovimiento, el promedio de la fuerza de reacción de la pierna dominante fue también significativamente superior a la de la pierna no dominante. Por lo tanto, la hipótesis de simetría bilateral se debe considerar cuidadosamente la hora de interpretar los resultados de dos dimensiones estudios. Por lo tanto, el objetivo de la estudio fue examinar el efecto de la asimetría bilateral de la fuerza muscular en el

rendimiento (máxima salto de altura) del salto con contramovimiento.

Múltiples factores contribuyen a la asimetría bilateral, como las manos, una lesión previa, o demandas específicas de cada actividad física o deporte, podrían resultar en el desarrollo de los desequilibrios de la fuerza muscular entre los atletas y sujetos. Estas asimetrías bilaterales no sólo pueden afectar el rendimiento, también pueden aumentar la incidencia de lesiones.

En un estudio que investiga asimetrías bilaterales en los nadadores de competición, se informó de que la potencia de salida de los brazos durante un ejercicio de natación fue significativamente mayor hemisferio izquierdo, a 54,0- 3,87% de la potencia total. El desequilibrio aumento en los nadadores y se acercó al agotamiento.

El déficit de las extremidades bilaterales (BLD) describe la diferencia en la fuerza máxima y la capacidad de los músculos cuando se contraen por separado o en combinación con los músculos contra laterales.

El déficit se produce cuando la suma unilateral de la fuerza es mayor que la fuerza bilateral. Un DBL existe tanto en grandes como en pequeños grupos de músculos en una variedad patrones de movimiento, tanto en hombres como mujeres y, en sujetos atléticos y no atléticos, y también en sujetos con trastornos motores (Archontides Fazey y 1993; Henry y Smith 1961; Howard y Enoka 1991; Jakobi y Chilibeck 2001; Ohtsuki 1983, 1994) .El DBL puede reflejar inhibición neuronal durante las contracciones

bilaterales (y Archontides Fazey 1993; Howard y Enoka 1991).

Descripción del Squat Jump (SJ):



Es un salto realizado con las dos extremidades inferiores a la vez, previa flexión mantenida de 90° de las rodillas, desde la que se asciende verticalmente sin ningún tipo de contramovimiento o rebote, efectuando un salto vertical máximo. Este protocolo evalúa la fuerza explosiva sin reutilización de energía elástica ni aprovechamiento del reflejo miotático (Bosco, 1991). También ha sido denominado por otros autores como test de fuerza explosiva concéntrica (Vélez, 1992) o test de fuerza máxima dinámica (Vittori, 1990).

Se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 90°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El Squat jump (SJ) consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contramovimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y

pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera.

Objetivo: Fuerza explosiva, reclutamiento de UM, % FT.

Modalidad: trabajo concéntrico.

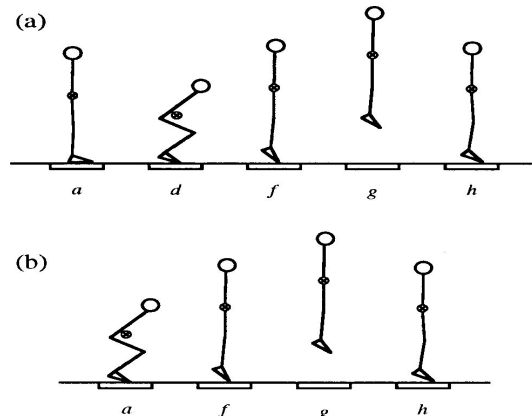
Descripción del Counter Movement Jump (CMJ):

Partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación, este tipo de salto consiste en realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas hasta un ángulo de 90°, para consecutivamente y sin pausa alguna efectuar un salto vertical máximo. Evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica pero sin aprovechamiento del reflejo miotático. Denominado por otros autores como test de fuerza concéntrico-elástica-explosiva (Vélez, 1992) o test de fuerza explosivo-elástica (Vittori, 1990).

La única diferencia con el "squat jump" reside en el hecho que el atleta empieza en posición de pie y ejecuta una flexión de piernas (las piernas deben llegar a doblarse aproximadamente 90° en la articulación de la rodilla). Inmediatamente seguida de la extensión. Entonces lo que se ha provocado es un estiramiento muscular que se traduce por una fase excéntrica. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo aproximado de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo. Se ha de observar el salto con los mismos criterios de validación que el SJ.

Objetivo: Fuerza explosiva, reclutamiento UM, %FT, reutilización energía elástica, coordinación intra e intermuscular.

Modalidad: Trabajo concéntrico, precedido por una actividad excéntrica.

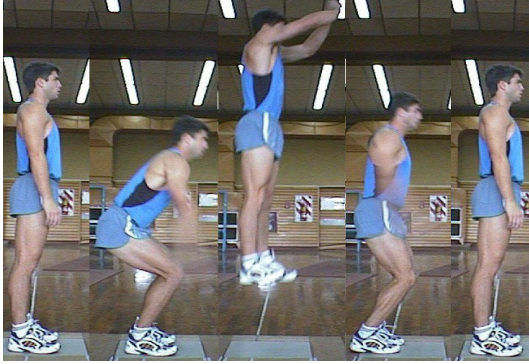


Descripción del Abalakov (ABK)

Partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación, este tipo de salto consiste en realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas con utilización de brazos para buscar una mayor altura.

Es un salto que hace uso de la extremidad superior (los brazos) para conseguir la mayor altura posible durante la realización del salto vertical, es utilizado para cuantificar la influencia "coordinativa".

La capacidad contráctil y por tanto la manifestación máxima de la fuerza, constituyen el denominador común de las demás manifestaciones de la fuerza. Presentando esta una relación con la manifestación máxima dinámica que va disminuyendo, a medida que desciende su incidencia porcentual sobre el total manifestado. Es decir, la relación será alta entre la manifestación máxima dinámica y la manifestación explosiva debido a que grande es el aporte de la capacidad contráctil en toda manifestación explosiva de la fuerza) y. al contrario, la relación será baja entre la manifestación máxima dinámica y el reflejo elástico-explosivo.



Principales inconvenientes de test de Bosco

La gran utilidad de esta metodología, que viene siendo aplicada a diferentes grupos de deportistas desde la década de los 80', contrasta con los inconvenientes relacionados con los protocolos de salto del Test de Bosco (SJ, CMJ, DJ y RJ), y que han sido referidos en la literatura específica:

Necesidad de estandarizar la flexión de rodillas a 90°: Algunos autores han encontrado mayores alturas de salto y mayores picos de fuerza y potencia registrados sobre plataformas dinamométricas cuando los diferentes saltos se realizaban con una flexión libre de rodillas, y no con una flexión estándar a 90° (Hudson y Owen, 1985). Otros afirman que las consignas del protocolo del test de Bosco (Bosco y cols., 1983) son contradictorias, porque requieren que los saltos se realicen "con un esfuerzo máximo", a la vez que exigen "estandarizar el desplazamiento angular de la rodilla durante la fase de contacto hasta aproximadamente 90°"; no se puede pretender que un esfuerzo sea máximo si está sujeto a las ataduras de la estandarización (Hatze, 1998).

Dudosa validez de los índices descritos: Los resultados derivados tras la planificación y control de los efectos de diferentes programas de entrenamiento (Perot, 1991), así como la manipulación de la masa muscular y las vías nerviosas aferentes y eferentes de la musculatura implicada

durante el salto (isquemia por frío, isquemia por compresión vascular, b-Bloqueantes del sistema nervioso), han dado lugar a extensas discusiones sobre si los índices de elasticidad y reactividad descritos son válidos (Kilani y cols., 1989; Bobbert y cols., 1996; López-Calbet y cols., 1997b).

Dificultades para aislar la contribución del tren inferior durante el salto: Es bastante difícil aislar, en la realización de un salto vertical, la contribución de la extremidad inferior de la contribución de la musculatura del tronco y del tren superior. De otra parte, algunos autores han cuestionado el obligado sistema de fijación de la extremidad superior, mediante la posición estandarizada de fijar las manos en la cintura, en tanto que no parece ser la postura ideal para que no intervenga la extremidad superior, proponiéndose cruzar las manos delante del tronco e incluso atadas a él (Morgenstern y cols., 1992; Zurita y cols., 1995).

Influencia de la familiarización en la altura del salto vertical. Algunos autores han demostrado que existen problemas para que los sujetos que habitualmente no realizan saltos verticales expresen su máxima potencia anaeróbica en este tipo de ejercicios, y sí la expresen, por ejemplo, durante un test de carrera a la máxima velocidad (Péres y cols., 1988).

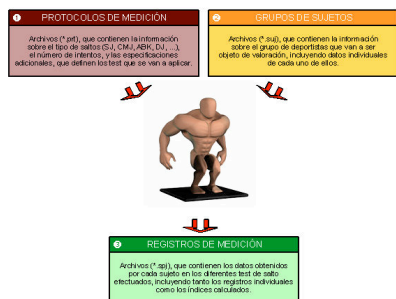
METODO

Software SportJUMP

SportJUMP es un programa informático que ha sido diseñado específicamente para su integración con los sistemas SportJUMP System PRO para la medición y registro de diferentes manifestaciones de fuerza (test de salto).

La principal característica con la que ha sido diseñado este software es su carácter abierto,

ofreciendo un amplísimo abanico de posibilidades de registro de diferentes manifestaciones de fuerza, con el fin de ajustarse a las necesidades de medición de diferentes entrenadores e investigadores. Con este fin, el software SporJUMP presenta la siguiente estructura de datos:



Con el fin de agilizar la aplicación de las pruebas de valoración funcional, el software SportJUMP System PRO ofrece la posibilidad de crear y almacenar "Grupos de Sujetos", registrando de forma permanente información individualizada de cada integrante del grupo (nombre, edad, peso, talla, puesto específico, observaciones, etc). Esta información quedará almacenada y podrá recuperarse de forma inmediata en cada nueva aplicación de test, evitando tener que introducir cada vez los datos personales de cada sujeto.

Sportjump 2, incorpora una indicación y seguimiento del protocolo, que permite una elevada estandarización en la aplicación de los test, lo que unido a la fiabilidad del instrumento de medida, posibilita que los resultados obtenidos por investigadores diferentes puedan ser comparados entre sí. Adicionalmente incluye la utilidad de visualización del protocolo en imágenes de vídeo y descripción de la técnica correcta de cada tipo de salto (SJ, SJc, CMJ, ABK, RJ), mediante filmaciones e información de consulta incluida en el propio programa.

Durante el desarrollo/aplicación de los test de salto, el software aporta información gráfica y numérica, en tiempo real, de los resultados que va alcanzando cada deportista, permitiendo así una monitorización inmediata de los registros que se obtienen.

Una vez efectuada la medición de las diferentes modalidades de salto, este programa informático realiza el tratamiento de los datos, aportando información gráfica y numérica de los resultados alcanzados mediante un interface sumamente intuitivo, que permite comparar los registros de cada sujeto con los promedios del grupo. Asimismo, el software realiza de forma automática el cálculo de los indicadores más extendidos en la valoración de la fuerza (índices de elasticidad, reactividad, utilización de brazos, resistencia al salto y fatiga).

Finalmente, SportJUMP System PRO incorpora diferentes utilidades encaminadas al tratamiento de la información, como la posibilidad de exportar los datos en formato Excell, o la impresión directa de informes individualizados elaborados para cada sujeto.

Plataforma de láser Sportjump system Pro

Es un sistema de medición y registro de aplicación polideportiva que permite captar con máxima exactitud los apoyos del sujeto en la realización de saltos o carreras, presentando también aplicación en el ámbito del cronometraje de móviles deportivos. Este sistema representa una innovación tecnológica que pretende revolucionar la medición deportiva ya que es el único sistema existente en la actualizada que emplea la tecnología láser (cortina de haces paralelos) para formar un plano de detección de corte, ofreciendo una elevada amplitud en la superficie sensible (3 m²) que evita

interferencias o limitaciones en la actuación del deportista, posibilitando así máxima contextualización de las mediciones. La plataforma láser unida al software SportJUMP 2, permite la adquisición instantánea (en tiempo real) de una amplia variedad de modalidades de salto y manifestaciones de fuerza.

El sistema SportJUMP System PRO ha sido diseñado basándose en el principio de medición del tiempo de vuelo para calcular la altura alcanzada por el centro de gravedad del deportista en diferentes saltos. Entre las características de esta tecnología cabe destacar su exactitud en la medida, dado que el dicho sistema ha sido validado en pruebas de laboratorio y campo, constatando que permite registrar tiempos con una precisión de 1 milisegundo (1/1000 segundos), aportando así máximo rigor en los cálculos de altura de vuelo y tiempos de contacto.

La plataforma láser integrada en el sistema SportJUMP System PRO se diferencia de las alfombrillas de contactos convencionales en que carece de desgaste mecánico por compresión o rozamiento, dado que el deportista efectúa los saltos directamente sobre el pavimento deportivo específico de cada disciplina. Esta particularidad resulta crítica en la medición, al aportar máximas posibilidades de contextualización dado que el sujeto realiza los saltos o apoyos en idénticas circunstancias a las que se producen en competición real, empleando el calzado específico (por ejemplo, zapatillas con clavos en atletismo) y sin que exista ningún elemento extraño entre el pavimento y apoyo del deportista que pudiera originar deslizamientos.

Muestra

La presente investigación fueron analizados un total de 181 sujetos (n =181), (142 hombres y 39 mujeres). Su participación fue

voluntaria como parte de un programa básico del laboratorio ERGOLAB. Todos los sujetos fueron evaluados en la facultad de actividad física y deporte de la universidad de granada y se familiarizaron con los procedimientos de evaluación.

Los sujetos estaban en buena condición física, sin lesiones ni incapacidades aparentes o reportadas, todos los evaluados fueron informados de los riesgos del estudio y firmaron un documento de consentimiento de acuerdo al código de ética de la investigación de la Universidad de Granada.

Instrumentos y Materiales.

Se utilizo una plataforma con un sistema de cortina de haces láser paralelos, conformados por un listón de 32 emisores láser modulados, un listón de 32 receptores fotosensibles con una separación entre los haces láser de 3 cm una superficie de detección 3 m 2 (100 x 300 cm), cable de conexión MC-Paralelo / PS2, cable adaptador a puerto USB, ordenador portátil con el sistema SportJUMP System PRO para el análisis de saltos, cuestionario de características físicas de cada sujeto, cinta métrica para talla, balanza para el peso, alargadera, programa Excel para toma de datos, SPSS 15.0 para el análisis estadístico.

Procedimiento

Todos los sujetos fueron evaluados bajo las mismas condiciones, la entrada en calor consistió en 5 minutos de trote, seguido de un programa de estiramientos de 3 min.

La entrada en calor fue seguida de la ejecución de 3 saltos con contramovimiento en la plataforma laser, con intervalos de 60 segundos para evitar la fatiga, tanto bipodal

como monopodal. La evaluación se realizó siguiendo el protocolo de Carmelo Bosco.

Diseño

Por sus características, el presente estudio es una modalidad de campo, donde se recopilaran datos mediante procedimientos del método de saltos verticales aplicados por (Bosco, 1991) realizando un la comparación con la tabla de Acero e Ibarguen (2002) e Ipatá y Beuker (2002).

El diseño de la investigación será de carácter multigrupo con dos grupos experimentales, donde se analiza la asimetría bilateral, buscando diferencias entre los sujetos, es un estudio de tipo descriptivo comparativo.

Variables.

Edad	Son los años del sujeto en función del tiempo transcurrido desde el nacimiento
Talla	Distancia vertical medida con relación a una superficie cualquiera, como la de la tierra.
Peso	Cantidad de materia de un cuerpo. Su unidad en el sistema MKS es el kilogramo.
IMC	Es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo.
Altura del SJ Altura del CMJ Altura del ABK	$H = g \times T^2 / 8$
Índice de Elasticidad	(%): $(CMJ - SJ) \times 100 / SJ$
Déficit Bilateral	$(PD - Plzq) / Plzq \times 100$
	$(PMF - PMD) / PMF \times 100$

Análisis Estadístico

El análisis estadístico utilizado en este trabajo consta de una estadística descriptiva (media, desviación típica, máximo y mínimo) de las variables estudiadas. En referencia al análisis inferencial, la primera prueba realizada en este estudio, fue una prueba de bondad de ajuste para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de las variables del estudio se ajusta a la distribución normal teórica. Para ello, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Los resultados de la prueba reflejan un valor de $p > 0.05$ en todas las variables dependientes por lo tanto concluimos que siguen la distribución normal y por ello, el análisis inferencial de las variables de estudio se realizará mediante pruebas Paramétricas.

Una vez asumida la normalidad de la muestra, el análisis inferencial realizado para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre dos grupos independientes, es el análisis estadístico basado en una prueba T de Student para muestras independientes. En el presente trabajo, dicha prueba se utilizó para rechazar la hipótesis de igualdad de las medias en cada uno de los saltos entre hombres y mujeres (estudio 1) y también, en el estudio 2, entre sedentarios y aficionados.

La homogeneidad o igualdad de las varianzas se contrastó mediante la prueba de Levene, asumiendo que si la probabilidad asociada al estadístico de Levene es ≥ 0.05 , rechazamos la hipótesis de igualdad de varianzas, asumiendo igualdad de varianzas para un valor de $p < 0.05$. En la prueba T de student se aceptó diferencias significativa de las medias cuando el valor de $p < 0.05$.

Para comparar las diferencias entre los tres saltos analizados (SJ, CMJ, ABA) para cada uno de los dos niveles de la variable dependiente del estudio 1 (hombres y mujeres) y los dos niveles de la variable dependiente del estudio 2 (sedentarios y deportistas) se ha utilizado un Análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas (MR), ya que en ambos estudios, comparamos el efecto de las variables como factor intra-sujeto.

El efecto entre grupos se estudia de forma aislada. Antes de realizar el ANOVA de medidas repetidas, se comprobó que la matriz de las varianzas de los factores analizados son iguales, es decir, son esféricas o circulares, para ello se realizó la prueba de

Esfericidad de Mauchly, aceptando la esfericidad cuando el valor de la W de Mauchly se corresponde a una $p \geq 0.05$.

En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad de las varianzas, asumiremos como significativo el valor de los estadísticos multivariados, en caso de cumplirse el supuesto de esfericidad, nos decidiremos por las aproximaciones univariadas (estadístico univariado F en su versión esfericidad asumida).

La comparación por pares entre los saltos (SJ, CMJ y ABA) se realizó mediante la corrección de Bonferroni para controlar la tasa de probabilidad de cometer errores de tipo I. El valor de significación se fijó en $p < 0.05$.

Resultados.

Tabla 1 Por Sexos

Variables	Hombres (N=149)				Mujeres (N=32)			
	Minim o	Máxim o	Media	Desv. Tip.	Mínim o	Máxi mo	Media	Desv. Tip.
EDAD	15	41	22.77	3.40	18	29	22.88	2.88
TALLA	157	195	175.76	5.97	153	182	162.88	6.19
PESO	50.3	100.0	73.89	8.26	41.9	77.1	55.95	7.90
IMC	18.04	33.63	23.92	2.49	16.78	25.30	21.00	1.89
SJ	20.29	44.92	31.94	4.89	12.54	30.13	22.73	4.43
CMJ	18.1	48.9	34.49	5.42	15.4	32.5	24.66	4.44
CMJ DER	8.28	28.10	17.25	3.39	5.00	18.25	12.00	2.69
CMJ IZD	8.28	28.81	17.53	3.59	5.56	17.78	11.98	2.91
ABK	21.3	59.5	41.92	6.38	18.7	39.0	29.15	5.11
DBL 1 DER/IZQ	-35.87	53.38	0.41	14.40	-33.07	51.26	1.92	18.13
DBL 2 P.F/PD	0.00	35.87	10.20	7.51	0.70	33.89	11.66	9.05
IFC	0.23	0.68	0.43	0.08	0.27	0.64	0.41	0.09
IE	-35.59	36.21	8.19	8.03	-5.42	77.19	9.50	13.68
IUB	-16.80	100.99	22.10	11.15	-100.0	38.49	14.34	22.20

En la tabla 1 se muestra la media y la desviación típica de la asimetría bilateral, SJ, CMJ, ABK, aplicando las formulas antes expuestas (1, 2, 3, 4, 5,7 y 8). Tal y como se puede ver en las tablas (1 y 2) la valoración del DBL, (DER/IZQ) y P.F/PD) en hombres (0.41+14.40)-(10.20+7.51) y mujeres (1.92+18.13)-(11.66+9.05), se encuentran en los rango 9 y 12 que determina una buena asimetría bilateral, y entre 0 y 4 en los saltos

verticales SJ y CMJ lo cual determina un bajo promedio.

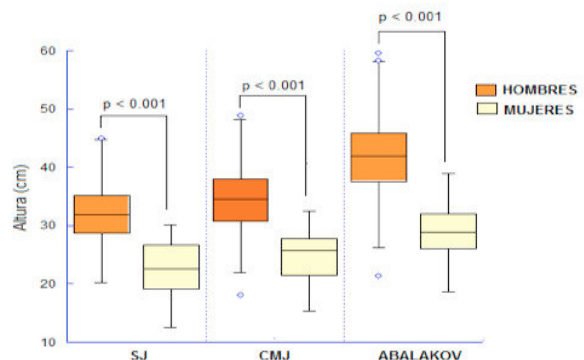
Tabla 2. Por grado de actividad física

Variables	Sedentarios (N=33)				Deportistas (N=26)			
	Mín.	Máximo	Media	Desv. tip.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
EDAD	20	37	23.33	3.11	16	39	22.65	4.09
TALLA	157	184	173.38	5.98	167	191	176.60	6.27
PESO	58.1	99.5	75.27	8.91	56.2	87.3	73.20	7.47
IMC	20.91	33.63	25.04	2.81	18.50	26.65	23.46	2.05
SJ	19.10	34.92	27.88	3.52	28.69	42.78	34.98	3.79
CMJ	18.1	37.3	29.31	4.30	32.5	48.3	38.62	4.36
CMJ DER	10.51	20.89	15.25	2.66	15.52	28.10	18.75	2.79
CMJ IZD	8.28	19.01	14.72	2.54	14.92	25.80	19.59	2.69
ABK	24.5	44.5	35.96	4.16	38.5	58.1	47.15	4.57
I.D.B 1 DER/IZQ	-21.66	53.38	4.74	15.74	-20.84	30.19	-3.55	12.88
I.D.B 2 P.F/PD	0.52	34.80	9.70	8.37	1.47	23.19	10.71	5.64
IFC	0.23	0.49	0.37	0.05	0.37	0.68	0.48	0.08
IE	-35.59	14.41	5.28	9.05	-1.09	26.21	10.60	7.98
IUB	2.00	100.99	24.09	16.41	1.80	36.33	22.56	8.29

En la tabla 2 se observa que el DBL (DER/IZQ), en sedentarios (4.74+15.74) y deportistas (-3.55+12.88) tiene una valoración muy buena según la tabla 1, el DBL (P.F/PD) en deportistas (9.70+8.37) y (10.71+5.64) su valoración es buena. El rango de ubicación de los saltos verticales SJ (27.88+3.52), y CMJ (29.31+4.30) en sedentarios se ubican en un porcentaje bajo, el SJ (34.98+3.79) y CMJ (38.62+4.36) en deportistas el promedio es normal.

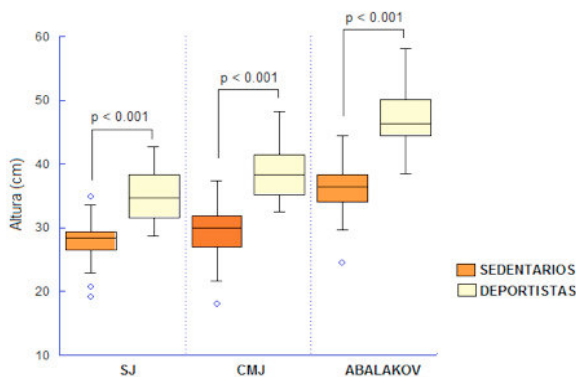
Análisis Inferencial

Figura 1. Por sexo



En el Figura 1 muestra la diferencia de los saltos verticales entre hombres y mujeres SJ (31.94±4.89), (22.73±4.43), CMJ (34.49±5.42), (24.66±4.44), ABK (41.92±6.38), (29.15±5.11), la media del SJ en hombres según la tabla de valoración esta en un rango bajo al igual que las mujeres, en el CMJ los hombres están en un porcentaje promedio a diferencia de las mujeres que se ubican en promedio bajo, el ABK los hombres están en un nivel bajo, y las mujeres muy bajo en su promedio normal para la edad.

Figura 2. Comparación de variables por Grado Actividad Física.



La figura 2 muestra los datos comparativos entre sujetos sedentarios y deportistas, las diferencias son notables en algunos saltos, La media del SJ en los sedentarios (27.88±3.52), mantiene un promedio bajo según la tabla 1, los deportistas (34.98±3.79) también se ubican en un promedio bajo, en el CMJ los sedentarios (29.31±4.30) mantienen un promedio bajo, al contrario que los deportistas (38.62±4.36) que se ubican en un porcentaje alto, entre tanto el ABK en sujetos sedentarios (35.96±4.16) se mantienen en un promedio bajo, mas los deportistas (47.15±4.57) a pesar de que

mantiene una actividad física permanente, su porcentaje de salto esta en un punto medio.

Diferencias entre saltos

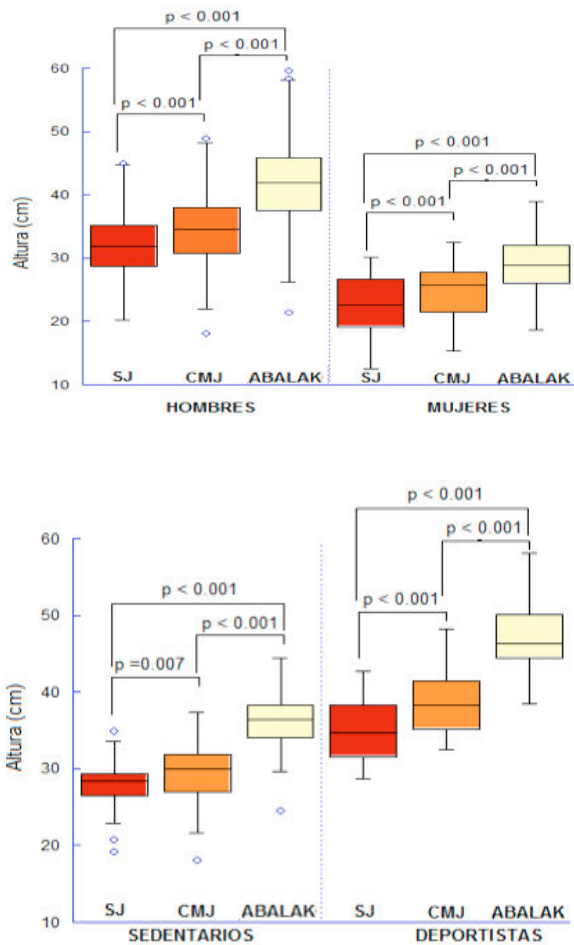
Tabla 3. Prueba de esfericidad de Mauchly

	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación
Hombres	0.878	19.15	2	<0.001
Mujeres	0.668	11.684	2	0.003

Al obtener un valor $p < 0.05$ (hombres: $p < 0.001$; mujeres: $p < 0.014$) en la prueba de esfericidad de Mauchly, rechazamos la hipótesis de esfericidad de las variables analizadas. Por lo tanto nos lleva a utilizar las aproximaciones multivariadas del valor de F. En este caso, todos los estadísticos multivariados llevan a la misma decisión de significación y por lo tanto es irrelevante usar un valor u otro de F.

Tabla 4. Diferencia significativas (aproximación multivariada) entre saltos.

	SJ (X±DT)	CMJ (X±DT)	ABALA. (X±DT)	Valor p SJ-CMJ	Valor p SJ-ABA	Valor p CMJ-ABA
Hombres	31.94±4.89	34.49±5.42	41.92±6.38	<0.001	<0.001	<0.001
Mujeres	22.73±4.43	24.66±4.44	29.15±5.11	<0.001	<0.001	<0.001



En la figura 3 y 4 se observan diferencias significativas entre saltos. Se calculó una Media de altura del salto del total de la muestra analizada.

DISCUSIÓN

Tal y como se ha reflejado anteriormente, nuestro principal ha sido evaluar distintos tipos de salto vertical, analizando el efecto del género (hombre y mujer), el nivel de actividad física (sedentarios y deportistas) y el tipo de salto (SJ, CMJ, y ABK), prestando especial interés en el déficit bilateral aplicando el método VJFT.

A continuación pasaremos a discutir nuestros resultados de forma detallada, pero podemos avanzar que nuestras tres hipótesis se han cumplido: existen diferencias significativas

asociadas al factor género (hombres y mujeres), factor nivel de actividad física /deportistas y sedentarios), y factor tipo de salto (SJ, CMJ, ABK).

Hemos prestado especial interés en el análisis del DBL, aplicando dos de los algoritmos recomendados por Impellizzer et al. (2007). Para aplicar esta metodología es necesario realizar parte del protocolo de Bosco (1991), ya que permite disponer de datos primordiales para la aplicación de cada metodología para la valoración del DBL. Nuestros resultados muestran que el grupo de deportistas ha obtenido unos DBL muy bajos comparados con los valores indicados por Ipata (2002); pero son similares a los obtenidos por Acero e Ibarguen (2002), e Impellizzer (2007).

Tras la realización de la comparación por géneros, se ha comprobado que no existen diferencias significativas en el DBL, lo cual es un indicativo de la homogeneidad del grupo evaluado, es interesante observar que no varía el DBL en hombres y mujeres según Acero e Ibarguen (2002), ni en la actividad física que realizan.

Hemos centrado nuestro interés en el estudio del DBL, realizando una adaptación al salto vertical, analizando los valores obtenidos tras la realización de saltos CMJ monopodales. Pensamos que el DBL puede ser de gran interés para conocer el estado de salud del deportista y del sedentario, ya que este parámetro nos permite conocer el grado de entrenamiento del sistema musculoesquelético, lo cual es un indicador de riesgo de tener lesiones de sus extremidades inferiores, ya sea por sobrepeso o por falta de realizar ejercicios que permiten una calidad de vida saludable, al igual que a sujetos con actividad deportiva ya sea de sedentario o profesional. Esta metodología según Howard et al. (1998) permite prevenir y rehabilitar lesiones para un mejor

desempeño en los deportes, que combinado con un buen entrenamiento polimétrico incrementara la consecución de buenos resultados en los deportes de cadena abierta y cerrada Cometti (1998).

Hemos localizado muy pocos estudios que evalúen el DBL en extremidades inferiores, siendo la mayor parte de los trabajos de investigación realizados con extremidades superiores o bien analizando la actividad cerebral por hemisferios. Habitualmente se suele evaluar la fuerza máxima de extremidades superiores, habiendo nosotros aportado como innovación la aplicación del citado método evaluando saltos verticales con metodologías estandarizadas del mundo del deporte. Es por ello que nuestros datos sean difícilmente comparables con los encontrados en la literatura publicada dado que el tipo de fuerza analizado no es comparable directamente, pero si indirectamente.

Pensamos que a tenor de nuestros resultados, y en consonancia con las aportaciones de los demás autores revisados en la introducción, el método VJFT permite analizar el DBL, permitiendo de su análisis e interpretación la estimación de factores de riesgo de lesiones, así, como es un factor de rendimiento y de prevención de lesiones. El VJFT y el salto vertical CMJ, pueden ser útiles para vigilar los cambios longitudinales en el DBL en atletas individuales.

La utilización de una plataforma de salto, tal y como hemos planteado en nuestro estudio, nos permite detectar el DBL en hombres y mujeres con actividad física, y contribuir a la organización de planes de entrenamiento en deportistas además de predecir posibles lesiones y colaborar en la rehabilitación de miembros inferiores a través del método VJFT. Estamos pues de acuerdo con lo indicado por Robert et al. (2006) el cual

determinó que las diferencias bilaterales en dinamometría isométrica son importantes por varias razones. En primer lugar, los atletas con una fuerza de calidad y buena formación física, muestran desequilibrios en las extremidades inferiores. En segundo lugar, cuando los movimientos bilaterales en saltos se llevan a cabo, la generación de fuerza y contribución a los resultados pueden ser muy diferente entre la utilización de miembros inferiores sin restricción de los superiores.

Nuestros datos confirman que la aparición de un DBL puede estar asociado al nivel de actividad física y deportiva de la muestra analizada, debido a la generación de patrones motores más marcados en los deportistas ya que parece ser que trabajan más intensamente una pierna que otra.

En otros diversos estudios sobre poblaciones de deportistas, en donde se ha analizado el DBL, habitualmente se emplean soluciones metodológicas y tecnológicas sofisticadas y de coste económico elevado, como por ejemplo mediante empleo de máquinas isocinética y electromiografía (Hertogh y Hue, 2002; Kyrolainen et al., 2004; Méndez et al., 2007). Una de nuestras aportaciones innovadoras es precisamente el empleo de una tecnología relativamente más asequible y portable.

Los datos que arroja la investigación muestran diferencias en el salto vertical, en hombres (tabla 2, Ipata, 2002), el promedio de la altura del salto SJ y CMJ se ubica en un promedio bajo y las mujeres, su promedio es malo-bajo; el salto ABK en hombres (tabla 3, Cappa 2002), su porcentaje es bajo y en las mujeres es malo. Estos resultados nos indican que la altura máxima de los saltos verticales tanto en hombres como en mujeres esta en un porcentaje muy bajo, además de verificar que la diferencia entre géneros es

muy marcada en el porcentaje de altura máxima del salto.

Cabe destacar que nuestros resultados muestran una diferencia significativa de la altura del salto vertical según el nivel de actividad física, demuestra que los sedentarios y deportistas según (Ipata 2002; Cappa 2002), se ubican entre 1 y 5 los saltos SJ, CMJ y el ABK en un categoría baja, las diferencias son notables y es interesante destacar que tanto sedentarios como deportistas. Según Aguado, (1999) las alturas menores a $0,342 \pm 0,053$ m en el SJ y $0,416 \pm 0,051$ m en el CMJ son valores inferiores que pueden obedecer a una peor forma física de los sujetos estudiados. Si los comparamos con nuestros sujetos, queda por demostrado puede estar ocurriendo una involución en la forma física de los sujetos ya que deportistas 34.98 ± 3.79 y sedentarios 27.88 ± 3.52 están ubicados en un promedio bajo en la altura máxima del salto.

CONCLUSIONES

A la perspectiva de los resultados conseguidos en el actual estudio se puede concluir lo siguiente:

En primer lugar, puede concluirse que, el método VJFT es confiable para analizar e interpretar factores de riesgo de lesiones asimétricas, así como la prevención de lesiones en sujetos de actividad física sedentaria y deportiva.

Los datos aportados mediante este estudio, confirman que hay diferencias significativas en los géneros, así como en el nivel de actividad física a través del análisis de los saltos verticales SJ, CMJ Y ABK.

La relación entre el CMJ bipodal y monopodal con el VJFT para analizar el Déficit Bilateral, es una metodología de fácil acceso a la investigación de campo, así como un fácil manejo de los protocolos de salto.

De cara a posteriores estudios sería necesario un análisis más profundo de esta metodología VJFT y comprobar la utilización y valides de deportistas lesionados así como en sedentarios.

Las conclusiones que aparecen en este apartado hacen referencia a las características encontradas en el grupo evaluado, y no confirman ni rechazan las hipótesis planteadas, sino que por el contrario aportan la descripción del fenómeno observado en la evaluación que podría constatarse o afirmarse, mediante la aplicación de este tipo de pruebas, en poblaciones o grupos deportivos con características diferentes, y determinar si esta observación es constante para todos los grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Augustsson, J., R. Thomee, C. Linden, M. Folkesson, R. Tranberg, and J. Karlsson. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scand.J. Med. Sci. Sports* 16:111–120, 2006.

Atkinson, G., and A. M. Nevill. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 26:217–238, 1998.

Aragon-Vargas, L.F and Gross, M (1997) "Kinesiological factors in vertical jump performance : differences among individuals" *J of Applied Biomechanics*, 13, 24-44.

Aragon-Vargas, L.F and Gross, M (1997) "Kinesiological factors in vertical jump performance : differences among

individuals" *J of Applied Biomechanics*, 13, 24-44.

Abernethy, P., G. Wilson, and P. Logan. Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges. *Sports Med*. 19:401–417, 1995.

Archontides C, Fazey JA (1993) Inter-limb interactions and constraints in the expression of maximum force: a review, some implications and suggested underlying mechanisms. *J Sports Sci* 11:145–158

Altman, D. G., and J. M. Bland. Quartiles, quintiles, centiles, and other quantiles. *BMJ* 309:996, 1994.

Alexander, M.J.L. (1989) "The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters" *Canadian Journal of Sports Science*, 14, 148-157.

Basmajian J, DeLuca C *Muscles alive*, 5th edn. Williams and Wilkins, Baltimore
Clancy E, Olijeta B, Rancourt D (2006) Influence of advanced electromyogram (EMG) amplitude processors on EMG-to-torque estimation during constant-posture, force-varying contractions. *J Biomech* 39:2690–2698

Collado Vázquez, S. (2004) "Plataformas dinamométricas. Aplicaciones" *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. Vol. 3- año 2005

Croisier, J. L., V. Reveillon, J. M. FERRET, et al. Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccer players. *Isokinet. Exerc. Sci.* 11:61–62, 2003.

Bobbert, M.F. Houdijk, H. De Koning, J. and De Groot, G. (2002) "From a one-legged vertical jump to the speed-skating push-off: a simulation study" *J. of Applied Biomechanics*, Vol.18, Issue 1. 28-46.

Bissas, A; Cooke, C; Havenedetis, K, Paradisis, G (1996) "Relationships between power output test and sprint running performance" En. Marconnet, P (ed) et al., First annual congress, frontiers in sport science, the European perspective. May 28-31, 1996, Nice, France.

Bosco, C. (1994) "La valoración de la fuerza con el test de Bosco" Ed. Paidotribo, Barcelona.

Barber, S. D., F. R. Noyes, R. Mangine, and M. Demaio. Rehabilitation after ACL reconstruction: function testing. *Orthopedics* 15:969–974, 1992.

Barber, S. D., F. R. Noyes, R. E. Mangine, J. W. McCloskey, and W. Hartman. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clin. Orthop. Relat. Res.* (255):204–214, 1990.

Bobbert, M.F. Huijing, P.A. Van Ingen, G.J (1987b) "Drop jumping II. The influence of technique on biomechanics of jumping" *Med. Sci. Sport Exerc.* 19. 339-346.

Cresswell AG, Ovendal AH (2002) Muscle activation and torque development during maximal unilateral and bilateral isokinetic knee extensions. *J Sports Med Phys Fitness* 42:19–25

Croisier, J. L., B. Forthomme, M. H. Namurois, M. Vanderthommen, and J. M. Crielaard. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am. J. Sports Med.* 30:199–203, 2002.

Chirosa, L.J. Chiroso, I.J. Requena, B. Feriche, B. Padial, P. (2002) "Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de

impulsión en un salto vertical". Revista motricidad. Número 8, páginas 47-71.

Driss, T, Vandewalle, H, Le Chevalier, J-M, Monod, H. (2002) "Force Velocity relationship on a cycle ergometer and knee-extensor strength indices" Canadian Journal of Applied Physiology, Vol.27, Issue 3.

Clark, N. C. Functional performance testing following knee ligament injury. Phys. Ther. Sport 2:91-105, 2001.

Croisier, J. L., and J. M. Crielaard. Isokinetic exercise and sports injuries. Rev. Med. Liege 56:360-368, 2001.

Dowson, M.N., Nevill, M.E., Lakomy, A.M., Nevill, A.M, and Hazeldine, R.J (1998) "Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance" J. Sports Science, 16, 257-265.

DeLuca C (1997) The use of surface electromyography in biomechanics. J Appl Biomech 13:133-163

Dudley, G.A and Harris, R.T (1992) "Use of electrical stimulation in strength and power training" Chapter 14. Strength and power in sport. Ed. Paavo V. Komi. Oxford. England.

Sekiya, I., T. Muneta, T. Ogiuchi, K. Yagishita, and H. Yamamoto. Significance of the single-legged hop test to the anterior cruciate ligament-reconstructed knee in relation to muscle strength and anterior laxity. Am. J. Sports Med. 26:384-388, 1998.

Farina D, Merletti R, Enoka R (2004) The extraction of neural strategies from the surface EMG. J Appl Physiol 96:1486-1495

Ferragut, C. Cortadillas, J. Arteaga, R. Calbet. J. A. L. (2003) "Predicción de la

altura de salto vertical. Importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores". Revista Motricidad. European Journal of Human Movement N°10, 7-22.

Fatouros, I.G, Jamurtas, A.Z. Leontsini, D. Taxildaris, K. Aggelousis, N. Kostopoulos, N and Buckenmeyer, P. (2000) "Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and legs strength" J. Strength and Cond. Res. 14(4), 470-476.

García-Artero, E. Ortega porcel, F. B. Ruiz Ruiz, J. Carreño Gálvez, F. (2006) "Base Fisiológica y efectos funcionales". Dpto. Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada. Grupo Effects-262

Garcia Manso, J.M (1999) "La fuerza" Madrid, España. Ed. Gymnos.

Garcia Manso, J.M. Navarro Valdivielso, M. Ruiz Caballero, J.A. and Martín Acero, R. (1998) "La velocidad" Madrid. España. Ed. Gymnos

Hernandez JP, Nelson-White NL, Franke WD, McLean SP (2003) Bilateral index expressions and iEMG activity in older versus younger adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 58:M536-M541

Hsu, A. L., P. F. Tang, and M. H. Jan. Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the lower extremities in patients with stroke. Arch. Phys. Med. Rehabil. 83:1130-1137, 2002.

Hopper, D. M., S. C. Goh, L. A. Wentworth, et al. Test-retest reliability of knee rating scales and functional hop tests one year following anterior cruciate ligament reconstruction. Phys. Ther. Sport 3:10-18, 2002.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 30:1–15, 2000.

Hopkins, W. G., J. A. Hawley, and L. M. Burke. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:472–485, 1999.

Hatze, H (1998) "Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance" *J. of Applied Biomechanics*, 14, 127-140.

Hakkinen K. (1994) Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining, and immobilization. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1994;6:161-98.

Howard JD, Enoka RM (1991) Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *J Appl Physiol* 70:306–316

Harman, E. Rosenstein, M. Frykman, P, Rosenstein, R (1991) "Estimation of human power output from vertical jump" *Journal Applied Sport Science Research*, 5(3), 116-120

Hubley, C. L., and R. P. Wells. A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 50:247–254, 1983.

Hakkinen, K (1981) "Effect of combined concentric and excentric muscle work regimens on maximal strength development" *Journal Human Movement Studies.* 7, 33-36.

Iglesias, F (1994) "Análisis de esfuerzo en el Voleibol" *Stadium*, Dic. 17-23.

Jakobi J, Chilibeck P (2001) Bilateral and unilateral contractions: possible differences

in maximal voluntary force. *Can J Appl Physiol* 26:12–33

Jakobi J, Cafarelli E (1998) Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *J Appl Physiol* 84:200–206

Jones, N.L McCartney, N and McComas, A. (1986) "Human muscle power" Human Kinetics Publishers, Inc. Champaign, Illinois.

Kuruganti U, Seaman K (2006) The bilateral leg strength deficit is present in old, young and adolescent females during isokinetic knee extension and flexion. *Eur J Appl Physiol* 97:322–326

Kuruganti U, Parker P, Rickards J, Tingley M, Sexsmith J (2005) Bilateral isokinetic training reduces the bilateral leg strength deficit for both old and young adults. *Eur J Appl Physiol* 94:175– 179

Knudson, D. Bennett, K. Corn, R. Leick, D and Smith, C (2001) "Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump" *J. Strength and Cond. Res.*15(1), 98-101.

Kurokawa, S, Fukunaga, T and Fukashiro, S (2001) "Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping" *J. Appl. Physiol.* 90. 1349-1358.

Keays, S. L., J. E. Bullock-Saxton, P. Newcombe, and A. C. Keays. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop. Res.* 21:231–237, 2003.

Kubo, K., Y. Kawakami, and T. Fukunaga. Influence of elastic properties of tendon

structures on jump performance in humans. *J. Appl. Physiol.* 87:2090–2096, 1999.

Kibele, A (1999) "Possible errors in the comparative evaluation of drop jumps from different heights" *Ergonomics*. Vol.42, N° 7, 1011-1014.

Knudson, D.(1999) "Stretching during warm-up: Do we have enough evidence?" *Joperd* 70(7): 24-27.

Kawakami Y, Sale DG, MacDougall JD, Moroz JR (1998) Bilateral deficit in plantar flexion: relation to knee joint position, muscle activation, and reflex excitability. *Eur J Appl Physiol* 77:212– 216

Koh T, Grabiner M, Clough C (1993) Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions. *J Appl Physiol* 74:1200–1205

Knapik, J. J., C. L. Bauman, B. H. Jones, J. M. Harris, and L. Vaughan. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am. J. Sports Med.* 19:76–81, 1991.

Komí, P.V. (1984) Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev.* 1984;12:81-1

Linthorne, N. P. (2001) "Analysis of standing vertical jumps using a force platform" *American Association of Physics Teachers*.

McLean SP, Vint PF, Stember AJ (2006) Submaximal expression of the bilateral deficit. *Res Q Exerc Sport* 77:340–350

Marcora, S., and M. K. Miller. The effect of knee angle on the external validity of

isometric measures of lower body neuromuscular function. *J. Sports Sci.* 18:313–319, 2000.

Molina, J.J; Sagastume, R; Fano, D (1994) "Estudio de los factores musculares implicados en la saltabilidad de jóvenes jugadores de Voleibol" *Kirola Ikertuz*, N°8, Otoño, 24-45.

Newton, R. U., A. Gerber, S. Nimphius, et al. Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *J. Strength Cond. Res.* 20:971–977, 2006.

Noyes, F. R., S. D. Barber, and R. E. Mangine. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am. J. Sports Med.* 19:513–518, 1991.

Owings T, Grabiner M (1998) Normally aging older adults demonstrate the bilateral deficit during ramp and hold contractions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 53A:B425–B429

Oda S, Moritani T (1994) Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. *Eur J Appl Physiol* 69:240–243

Ohtsuki T (1994) Changes in strength, speed and reaction time induced by simultaneous bilateral muscular activity. In: Swinnen SP, Heurer H, Massion J,

Petschnig, R., R. Baron, and M. Albrecht. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 28:23–31, 1998.

Rube N, Secher NH (1990) Effect of training on central factors in fatigue following two- and one-leg static exercise in man. *Acta Physiol Scand* 141:87-95

Smilios Ilias (1998) "Effects of varying levels of muscular fatigue on vertical jump performance" *J. Strength and Cond. Res.* 12 (3): 204-208.

Schantz PG, Moritanti T, Karlson E, Johansson E, Lundh A (1989) Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension.

Vanezis, A. Lees, A. (2005) "A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump" *Ergonomics*. Vol. 48 Nos. 11-14, 15 September- 15 November 2005. Taylor & Francis group.

Vincent, W. J. *Statistics in Kinesiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

Willmore, J. Costill, D. (2004) "Fisiología del esfuerzo y del deporte". Paidotribo. Barcelona.

Wilk, K. E., M. M. Reinold, and T. R. Hooks. Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthop. Clin. North Am.* 34:107-137, 2003.

Weiss, L.W, Fry, A.C, Wood, E.L. Relyea, E.G and Melton, C. (2000) "Comparative effects of deep versus shallow squat and leg-press training on vertical jumping ability and related factors" *J. Strength and Cond. Res.* 14 (3), 241-247.

Weiss, L.W., Relyea, G.E., Ashley, C.D., and Propst, R.S (1998) "Predicting depth vertical jumping distances" *Isokinetics and Exercise Science*, 7, 151-159.

Willoughby, D.S. and Simpson, S. (1998) "Supplemental EMS and dynamic weight training: effects on knee extensor strength and vertical jump of female college Track & Field athletes" *J. Strength and Cond. Res.* 12(3): 131-137.

Weiss, L.W., Relyea, G.E., Ashley, C.D., and Propst, R.S. (1997) "Using velocity-spectrum squats and body composition to predict standing vertical jump ability" *J. Strength and Cond. Res.* 11(1): 14-20. Wilk, K. E., W. T. Romaniello, S. M. Soscia, C. A. Arrigo, and J. R. Andrews. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 20:60-73, 1994.

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* 33:194-199, 1993.