

Universidad Abierta Interamericana



Tema:

**“La Fuerza Explosiva y la Rehabilitación
Kinésica del ligamento cruzado anterior”**

Autores:

- Bejarano, Gerardo Diego
- Bitschin, Leonardo José

Tutores:

- De San Martín, Sergio
- Ramírez, Hernán

Mayo de 2004

Tema:

**“La Fuerza Explosiva y la Rehabilitación
Kinésica del ligamento cruzado anterior”**

Autores:

- Bejarano, Gerardo Diego
- Bitschin, Leonardo José

Tutores:

- De San Martín, Sergio
- Ramírez, Hernán

Mayo de 2004

Resumen

Este trabajo investiga la carencia de la fuerza explosiva en pacientes post - operatorio de ligamento cruzado anterior, de los cuales el 73,33% estaba en la etapa final del proceso de rehabilitación (semana 22 en adelante) y el 26,67% en el retorno al campo.

Se evaluaron 15 deportistas con edades comprendidas entre 18 y 33 años, que practicaban fútbol (60%) y rugby (40%) de la ciudad de Rosario.

Las evaluaciones consistieron en utilizar los diferentes tipos de saltos propuesto por Bosco: Counter Movement Jump(CMJ), Squat Jump (SJ) y Drop Jump (DJ). El test consiste en la medición de la capacidad de salto con una plataforma electrónica.

Sólo se utilizaron el CMJ y SJ para la evaluación unipodal y todas las modalidades para evaluar las dos piernas.

Los resultados obtenidos comprobaron que en CMJ unipodal el 93,40% no superó el 80% de fuerza explosiva con respecto al miembro sano, solo el 6,6% lo logró. En el SJ unipodal el 86,70% estaba por debajo de la marca y el 13,30% alcanzó superar el 80% de fuerza explosiva con respecto al miembro sano.

Con respecto a la evaluación bipodal se comprobó que:

- En CMJ el 87,70% (13 deportistas) calificó como insuficiente y tan solo el 13,30% (2 deportistas) restante calificó como bueno.
- En SJ el 73,40% (11 deportistas) calificaron como insuficiente y el resto 26,6% (4 deportistas) lo hicieron como bueno.
- En el DJ (desde 40 cm), el 66,67% (10 deportistas) calificaron como insuficiente, el 20,03% (3 deportistas) logró calificar como bueno y el 13,30% (2 deportistas) como muy bueno.

Esto demuestra el alto porcentaje de deportistas que tanto al término de su rehabilitación como en el retorno al campo presentan una importante carencia de Fuerza Explosiva, lo cual puede desencadenar en posibles lesiones.

Palabras Claves: Ligamento Cruzado Anterior – Protocolo de Rehabilitación – Fuerza Explosiva – Test de Bosco.

Indice

• Agradecimientos	3
• Resumen	4
• Introducción	7
• Problemática	9
• Fundamentación	10
➤ Rodilla	12
➤ Tipos de lesiones	18
➤ Protocolo de Rehabilitación del L.C.A.	20
➤ La Fuerza Explosiva	24
➤ Técnica del Método de evaluación de la Fuerza Explosiva (Test de Bosco)..	26
• Objetivos	32
• Hipótesis	33
• Métodos y Procedimientos	34
• Desarrollo	39
• Conclusión	48
• Bibliografía	52
• Anexos	55

Introducción

La fuerza representa en todos los deportes un factor determinante más o menos importante del rendimiento, es preciso atribuir un papel destacado a su desarrollo específico en función de cada disciplina determinada, ya que ciertas habilidades gestuales de la técnica deportiva, o ciertos medios y métodos de entrenamiento, no pueden llevarse a cabo sin determinado nivel de fuerza.

La fuerza explosiva es una de las variantes de la fuerza, que se presenta en todos aquellos gestos deportivos que requieren una ejecución rápida y veloz, como saltos, cambios de dirección y aceleraciones.

Sin embargo al presentarse una lesión, este tipo de fuerza es una de las últimas cualidades que se recupera, o que en la mayoría de los casos no puede recuperarse en forma completa.

La lesión de ligamento cruzado anterior es habitual en la práctica deportiva, y es una lesión que demanda un tiempo prolongado de rehabilitación hasta la vuelta a la competencia. Es por ello que la duración va a depender directamente de los tiempos de cada paciente, del estado físico y psicológico. Pero la condición fundamental para el retorno deportivo será un test clínico y kinésico.

Fundamentalmente el atleta desea recuperarse porque su actividad es vocacional y / o remunerativa y siempre gratificante. Pero, además del interés, existe en el deportista la disposición personal hacia la competencia y la búsqueda del éxito en su ideal lúdico deportivo. Es de mayor importancia para el deportista el acortamiento del tiempo de su inactividad, y como por lo general desea reintegrarse cuanto antes.

No debemos olvidar tampoco que las secuelas, aún las mínimas, pueden afectar seriamente al deportista en su rendimiento.

Nuestro objetivo es estudiar el grado de déficit de fuerza explosiva existente en los deportistas rehabilitados de una Intervención Quirúrgica de Ligamento Cruzado Anterior, y de aquellos pacientes que estén cursando la última fase del protocolo de rehabilitación.

En los pacientes estudiados solo se tomaron en cuenta aquellos que habían sido intervenidos con las Técnicas Quirúrgicas: a) Hueso – Tendón – Hueso; b) Semitendinoso Cuádruple. Sin compromiso de meniscos u otros ligamentos.

Es por ello que se evaluaron los pacientes para obtener datos más precisos sobre la carencia de fuerza explosiva.

Problemática

En la fase final del protocolo de rehabilitación del Ligamento Cruzado Anterior (post – quirúrgico), cuando ya el deportista está próximo al retorno al campo y habiendo recuperado el control articular normal, es en este momento cuando se debe evaluar la fuerza explosiva para determinar en que condiciones se encuentra.

Cuando un deportista que sufrió este tipo de lesión retorna al campo, se toma como referente para el alta kinésica la comparación de la fuerza isotónica y/o isocinética del miembro lesionado con respecto al miembro sano. En dicha comparación el miembro lesionado debe presentar un 80% de fuerza con respecto al miembro sano, para que el paciente pueda retomar la actividad deportiva.

En la mayoría de los casos no se evalúa la fuerza explosiva y es por ello que a través de este trabajo queremos determinar **la presencia de un importante déficit de Fuerza Explosiva del miembro lesionado en deportistas post – operatorio del L.C.A. en su retorno al campo en ciudad de Rosario.**

La fuerza explosiva de los miembros inferiores se evalúa mediante tests funcionales que involucran distintos tipos de saltos, que son realizados en una plataforma computarizada.

Debido a que la Fuerza Explosiva es una cualidad física de fundamental importancia en los deportistas, si ésta se ve afectada en el momento en que el deportista retorna al campo, es muy probable que disminuya el rendimiento en la práctica deportiva. Así también, por no encontrarse el miembro en óptimas condiciones, puede reincidirse en nuevas lesiones.

Fundamentación

La mayoría de los movimientos en el deporte son explosivos y deben incluir elementos de fuerza y velocidad si han de resultar eficaces. Si se genera una gran cantidad de fuerza con rapidez, el movimiento puede denominarse potente o de potencia. Sin la capacidad para generar potencia, un atleta verá limitadas sus capacidades de rendimiento. El entrenamiento de la potencia desempeña un papel crucial a la hora de alcanzar un buen nivel de rendimiento, así como en la rehabilitación de lesiones.

La fuerza explosiva es una capacidad física de vital importancia en los deportistas, principalmente en aquellos deportes de equipo que demandan una exigencia elevada de los miembros inferiores, en los cuales la articulación de la rodilla debe soportar gestos deportivos muy estresantes, tales como, saltos, cambios de dirección, frenados y aceleraciones repentinas.

Todos estos gestos deportivos forman parte de los mecanismos de lesión más comunes de la ruptura de Ligamento Cruzado Anterior.

La ruptura de L.C.A. es una lesión de rodilla común en los deportistas que requiere de una intervención quirúrgica y demanda un protocolo de rehabilitación prolongado, en el cual se pierden muchas de las capacidades físicas de los miembros, entre ellas la fuerza explosiva. Por ello hemos decidido investigar si los deportistas que culminan su rehabilitación y también aquellos que retornan a la competencia, lo hacen con una calidad adecuada de fuerza explosiva.

Una manera de valorar la fuerza explosiva (fuerza potencia) en los miembros inferiores es a través del salto, para tal propósito hemos presentado una serie de test funcionales (test de Bosco) que nos ofrecen unas valoraciones específicas a través de las cuales se puede establecer el grado de fuerza explosiva que posee cada deportista.¹

¹ Bosco, C.: "Aspectos Fisiológicos de la preparación física del futbolista". 1ª ed., Barcelona, Paidotrivo: 1985

Rodilla

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior. Principalmente es una articulación dotada de un solo sentido de libertad de movimiento (la flexión-extensión), que le permite acercar o alejar, más o menos, el extremo del miembro a su raíz o, lo que es lo mismo, regular la distancia que separa el cuerpo del suelo. En esencia, la rodilla trabaja comprimida por el peso que soporta.

De manera accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo sentido de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla está en flexión.

Considerada desde el punto de vista mecánico, la articulación de la rodilla constituye un caso sorprendente: debe conciliar dos imperativos contradictorios

- Poseer una gran estabilidad en extensión completa, posición en la que la rodilla soporta presiones importantes, debidas al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.
- Alcanzar una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación óptima del pie en relación con las irregularidades del terreno.

La rodilla resuelve estas contradicciones merced a dispositivos mecánicos ingeniosos en extremo; sin embargo, la debilidad del acoplamiento de las superficies, condición necesaria para una buena movilidad, expone esta articulación a los esguinces y a las luxaciones.

En flexión, posición de inestabilidad, la rodilla está expuesta al máximo a las lesiones ligamentosas y meniscales.

En extensión, es más vulnerable a las fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas.²

Componentes de la rodilla

Cápsula articular: se inserta por encima de la tróclea femoral, sobre el borde de los cóndilos, los bordes laterales de la rótula y el límite de la meseta tibial. Por detrás se confunde con los ligamentos cruzados.

A nivel de la cara posterior de los cóndilos, la cápsula articular esta reforzada por dos engrosamientos llamados "casquete condíleo interno y externo".

Ligamentos:

1- Ligamentos anteriores: presenta diferentes planos:

a) Profundo o capsular: este comprende:

Aletas rotulianas

Ligamentos menisco rotulianos.

b) Tendinoso: formado por varios tendones:

Ligamento rotuliano.

Expansiones de los vastos.

Tensor de la fascia lata.

c) Aponeurótico.

²KAPANDJI, A.: "Cuadernos de fisiología articular", 4ª Edición, España, Masson: 1988.

2- Ligamento lateral interno: Es una lámina que presenta dos partes: una principal y una accesoria.

3- Ligamento lateral externo.

4- Ligamentos posteriores: incluye los ligamentos cruzados y el plano fibroso posterior.³

Ligamentos cruzados

Cuando abrimos la articulación de la rodilla por delante (fig. 151, según Rouvière), nos damos cuenta que los ligamentos cruzados están situados por el mismo centro de la articulación, alojándose en gran parte, en la escotadura intercondílea.

El primero que se ofrece a la vista es el **ligamento cruzado anteroexterno (LCA)**, cuya inserción tibial tiene lugar (fig. 152, según Rouvière) en la superficie preespinal, a lo largo de la glenoide interna, entre la inserción del cuerno anterior del menisco interno por delante, y la del menisco externo por detrás. Su trayecto es oblicuo hacia arriba, hacia atrás y hacia fuera y su inserción femoral se efectúa (fig. 153, según Rouvière) en la cara axial del cóndilo externo, a nivel de una zona estrecha y alargada en sentido vertical pegada al cartílago, en la parte posterior de dicha cara. El ligamento antero externo es el más anterior en la tibia y el más externo en el fémur; está claro que merece el nombre que lleva; por esta razón es preferible continuar denominándolo anteroexterno, más bien que anterior, como se decía.

Se describen tres fascículos:

1- el fascículo anterointerno: es el más largo y el primero que se presenta a la vista y el más expuesto a los traumatismos;

³ Rouvière, H. Y Delmas, A.: “Anatomía Humana”, tomo III, España, Masson: 1996

2- el fascículo posteroexterno: está enmascarado por el precedente y es el que resiste en las rupturas parciales;

3- el fascículo intermedio.

En conjunto su forma se muestra torsionada sobre sí misma, ya que sus fibras más anteriores sobre la tibia presentan las inserciones más bajas y más anteriores sobre el fémur, y sus fibras más posteriores sobre la tibia no muestran la misma longitud. Según F. Bonnel, la longitud media de las fibras del Ligamento cruzado anteroexterno está comprometida entre 1,85 y 3,35 cm; existe, pues, una gran desigualdad según la situación de las fibras.

Ligamento Cruzado Posterior (LCP)

En el fondo de la escotadura intercondílea, detrás del ligamento cruzado anteroexterno, aparece el ligamento cruzado posteroexterno (LCP). Su inserción tibial se efectúa en la parte más retrasada de la superficie retroespinal; incluso sobrepasa el contorno posterior de la plataforma tibial. La inserción tibial está, pues, situada muy hacia atrás de la inserción de los cuernos posteriores del menisco externo y del menisco interno. El trayecto es oblicuo hacia delante, hacia adentro y hacia arriba. Su inserción femoral ocupa el fondo de la escotadura intercondílea e incluso desborda de manera apreciable la cara axial del cóndilo interno, a lo largo del cartílago, en el límite inferior de dicha cara, en una zona de inserción alargada en sentido horizontal. Por esta razón es preciso continuar denominándolo posterointerno.

Se describen 4 fascículos:

- El fascículo posteroexterno: el más posterior sobre la tibia y el más externo sobre el fémur;
- El fascículo anterointerno: el más anterior sobre la tibia y el más interno sobre el fémur;
- el fascículo anterior de HUMPHREY, inconstante.
- el fascículo menisco femoral de WRISBERG, que se inserta en el asta posterior del menisco externo, se adosa enseguida rápidamente al cuerpo del ligamento al que acompaña, sobre su cara anterior, para venir a fijarse con él sobre la cara axial del cóndilo interno. Existe, a veces, un equivalente de esta disposición para el menisco interno: algunas fibras del ligamento cruzado anteroexterno vienen a fijarse sobre el asta anterior del menisco interno, cerca de la inserción del ligamento transverso.

Los ligamentos cruzados están en contacto uno con otro por su borde axial, mientras que el ligamento externo pasa fuera del ligamento interno. Estos ligamentos no están libres en el interior de la cavidad articular, sino recubiertos por la sinovial y contraen con la cápsula importantes relaciones.⁴

Plano fibroso posterior: es una capa fibrosa que cubre por detrás al espacio intercondíleo. Está formado por:

a) Lig. Poplíteo oblicuo: es una expansión fibrosa que se fija al músculo semimembranoso constituyendo el tendón "recurrente" del mismo.

Se dirige hacia arriba y afuera y se pierde en el casquete condíleo externo.

⁴KAPANDJI, A.: "Cuadernos de fisiología articular", 4ª Edición, España, Masson: 1988.

b) Lig. poplíteo arqueado: Nace en la apófisis estiloides del peroné, de ahí se dirige hacia arriba y adentro (por encima del músculo poplíteo) dividiéndose en dos haces: uno interno que se pierde en el plano fibroso y otro externo que se inserta en el casquete condíleo externo.

Tipos de Lesiones de Ligamento Cruzado Anterior

Se producen por traumatismos de gran intensidad. Algunos denominan esguinces graves a estas lesiones.

Son lesiones sumamente graves por las secuelas que pueden ocasionar debido a los defectos de cicatrización.

Para el diagnóstico de esa lesión es conveniente en el momento del examen clínico la anestesia del tendón, para evitar la limitación de la función articular ocasionada por el dolor que despierta las maniobras semiológicas y pueden confundir el diagnóstico.

Es de sumo valor diagnóstico la resonancia magnética por la calidad e sus imágenes y por ser un procedimiento de estudio no invasivo.

Lesiones por contacto

Las lesiones por contacto son el resultado de una fuerza externa que se aplica directamente sobre la rodilla o en sus alrededores. La posición de la rodilla, la dirección de la fuerza, su magnitud y su punto de aplicación determinan las estructuras que resultan dañadas. Estos factores, junto con la rigidez y la fuerza de los tejidos afectados, también determinan el grado de los daños. Sin embargo, cada mecanismo en particular se asocia con daños en estructuras particulares.

Lesiones sin contacto

Las lesiones sin contacto de los ligamentos de la rodilla también son habituales en la práctica deportiva. Se produce cuando un deportista cambia de dirección mientras

va corriendo a gran velocidad, fútbol americano, al rugby, al fútbol, al baloncesto o al esquiar; normalmente se combina una desaceleración de los cuádriceps con la aplicación de fuerzas hacia fuera y de rotación externa sobre la rodilla levemente flexionada. El deportista a menudo oye un chasquido y siente como si la rodilla " se hubiera salido de sitio momentáneamente " debido a la insuficiencia de uno o más ligamentos. De echo, este es el mecanismo que con mayor frecuencia causa roturas " aisladas " del ligamento cruzado anterior en la practica deportiva.

Protocolo de rehabilitación de L.C.A.

El presente protocolo, es un modelo Standard que se utiliza generalmente en la rehabilitación del LCA. El mismo se tomó como referencia para indicar en que momento del tratamiento se debería comenzar con el trabajo de fuerza explosiva.

Fase I (semana 1 a 6) Protección máxima.

En esta fase encontramos un paciente con su miembro inferior post quirúrgico, con lo cual se intenta reducir la sintomatología clínica como la inflamación, dolor, edema y comenzar a mejorar el trofismo.

El momento del apoyo dependerá del tipo de cirugía y del criterio del médico que realizó la cirugía.

- Educación del paciente.
- Marcha de tres puntos con muletas.
- Ejercitación activa (limitar últimos 30° con sobrecarga de peso libre o manual en extensión) electroestimulación.
- Prevención de adherencias: técnica manual miofacial paracitrizal.
- Extensión decúbito ventral (activa / activa asistida)

Objetivos:

- Disminuir la inflamación (crioterapia)
- Control motor del miembro operado.
- Mejorar el tono y trofismo.

Fase II (6 a 10) semanas.

En esta fase se comienza con ejercitación activa, buscando reforzar grupos musculares específicos.

- Ejercitación en cadena cinética cerrada.
- Rehabilitación marcha / movilidad +/- 120° decúbito ventral.
- Ejercicios isotónicos limitando extremos articulares.
- Bicicleta, asiento en posición intermedia.
- Ejercicios acuáticos: marcha – salticado.
- Goniometría manual dinamométrica.

Objetivos:

- Normalización de marcha
- Incrementar la fuerza de cuádriceps e isquiotibiales

Fase III (semana 10 a 14)

En esta fase el paciente realiza marcha normal, con lo cual se podrá incluir un ejercicio básico pliométrico como el minitramp. Con este ejercicio se busca entrenar también la Propiocepción.

- Cadena cinética cerrada (escalador, estocadas con o sin peso, ejercicios propioceptivos).
- Marcha normal, control articular bipodálico y unipodálico
- R.O.M completo activo
- Ejercicios acuáticos: trote, desplazamientos en todas las direcciones

Objetivos:

- Entrenamiento de fuerza, propiocepción.

Fase IV (semana 14 a 16)

- Ejercicios pliométricos sobre colchoneta o alfombra.
- Trote en línea recta.
- Salto estático (colchoneta – alfombra), unidireccional bipodálico.

Objetivos:

- Normalizar el funcionamiento de los mecanorreceptores (aférentes periféricos, articulares, tendinosos, musculares, ligamentarios y cicatriz)

Fase V (Semana 22 en adelante)

- Circuito de trote, saltos, pivots.
- Cambios de dirección con desaceleración
- Carreras (sprints de 10 metros en gimnasio sobre alfombra)
- Entrenamiento de la agilidad

Objetivos:

- Familiarizar al paciente con los movimientos (gestos) de su actividad deportiva
- Todos los ejercicios estáticos/dinámicos deben ser realizados aislados, no en grupos, concentrado en la actividad y bajo supervisión del kinesiólogo y deberá ser progresiva y acorde a la necesidad de la actividad que desarrolle.

Fase VI

- Vuelta al deporte (condicionada a: déficit de fuerza muscular menor a +/- 20-30 % comparada con la rodilla sana.⁵

⁵ Villafañe, J.J. y Mazzucco, M.: “Rehabilitación de la rodilla operada de LCA con técnica H.T.H y Semitendinoso cuádruple”. En: AKD, n° 9, p. 12 – 13.

La Fuerza Explosiva

La **fuerza explosiva** es la capacidad de realizar un incremento vertical de fuerza en el menor tiempo posible, o sea que la dominante es el aumento de fuerza por unidad de tiempo. La fuerza explosiva depende de la velocidad de contracción de las unidades motrices constituidas por fibras rápidas, así como del número y de la fuerza de contracción de las fibras implicadas

Generalmente el término o manifestación explosiva de la fuerza es una relación entre las fuerzas expresada y el tiempo necesario para hacerlo. La fuerza explosiva máxima es la mejor relación entre la fuerza aplicada y el tiempo empleado para hacerlo.

La diferencia entre los sujetos de diferente exclusividad no depende de la resistencia que traten de vencer, si no la velocidad con la que sean capaces de manifestar su fuerza.

La capacidad de explosividad se puede manifestar con cualquier tipo de carga, la diferencia está en que la velocidad del movimiento será distinta: a mayor carga menor velocidad y viceversa; la mejora en la velocidad del movimiento depende de que se haya mejorado o no la fuerza explosiva esto es igual a decir que depende de que se pueda aplicar mas fuerza en menos tiempo ante una misma resistencia.

Si la carga a desplazar es muy ligera, no es necesario alcanzar un gran pico de fuerza, es decir, no es necesario ser muy fuerte para conseguir gran velocidad, se es explosivo si se tiene la fuerza suficiente para alcanzar la velocidad necesaria.

¿Qué significa ser potente?

Significa ser capaz de aplicar una gran fuerza a una gran velocidad y en un tiempo muy corto.

Dinámicamente hablando Isaac Newton, lo definió de la siguiente manera:

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \times \text{Aceleración}$$

$$\text{Velocidad} = \text{Distancia} / \text{Tiempo}$$

$$\text{Trabajo} = \text{Fuerza} \times \text{Distancia}$$

$$\text{Potencia} = \text{Trabajo} / \text{Tiempo} \text{ o } (\text{Fuerza} \times \text{Distancia}) / \text{Tiempo} \text{ o } \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$$

En resumen la potencia según Newton es la capacidad de realizar un trabajo en el menor tiempo posible o la capacidad de aplicar una fuerza velozmente.

Para realizar estas tareas, deberemos contar con nuestras fibras explosivas.⁶

⁶ Anselmi, H.: "Fuerza potencia y acondicionamiento físico", 3ª Ed., Argentina, Paidotribo: 1998.

Técnica del método de evaluación (test de Bosco)

El test consiste en la medición electrónica de la altura alcanzada durante los tres tipos de saltos. Las pruebas son las siguientes:

- Squat Jump (S.J.)
- Counter Movement Jump (C.M.J.)
- Drop Jump (D.J.)

El Squat Jump

En esta prueba el individuo debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla (rodillas flexionadas a 90°), con el tronco erguido y con las manos dispuestas en la cintura. El individuo debe efectuar la prueba sin realizar contramovimientos hacia abajo. El salto, firme, y realizado sin la ayuda de los brazos constituye una prueba sencilla y de fácil aprendizaje.

El Squat Jump permite, mediante la altura alcanzada por el individuo en este test, valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores. El valor de la altura está relacionado directamente con la velocidad vertical del individuo en el momento cumbre y dicha velocidad es fruto de la aceleración que los miembros inferiores imprimen al centro de gravedad. Debemos saber que el desplazamiento angular de las articulaciones de los miembros inferiores es de 90° (el ángulo de la rodilla es igual a 180° en el momento cumbre), valor estándar, en todos los individuos que efectúan un S.J.

Teniendo en cuenta que el arco de movimiento a lo largo del cual la musculatura libera tensión es igual para todos los individuos (90°), es evidente que la aceleración

positiva del cuerpo hacia arriba es producto de un gran desarrollo de la tensión (fuerza) en un tiempo muy breve.

Características del Squat Jump:

- Cualidad analizada: fuerza explosiva.
- Modalidad de activación muscular: contracción excéntrica.
- Relación con el deporte: capacidad de salto, capacidad de aceleración.

Indicador de un elevado porcentaje de fibras rápidas.

El Counter Movement Jump (C.M.J)

En esta prueba el individuo se encuentra en posición erguida con las manos en la cintura, teniendo que efectuar un salto vertical después del contramovimiento hacia abajo (deben flexionarse las piernas hasta 90°). Durante la acción de flexión el tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar cualquier posible influencia en el rendimiento de los miembros inferiores.

Puesto que el contramovimiento hacia abajo se realiza con una aceleración muy modesta y los extensores se activan sólo en el momento de la inversión del movimiento, se puede afirmar que el estiramiento de los elementos elásticos y la sucesiva reutilización de energía elástica se hallan presentes, y que el incremento del rendimiento respecto al Squat Jump es debido en cualquier caso al aprovechamiento del reflejo miotático (factor de tipo coordinativo)

Características del C.M.J.

- Cualidad analizada: fuerza explosiva (con reutilización de energía elástica y aprovechamiento del reflejo miotático). Coordinación
- Modalidad de activación muscular: contracción concéntrica precedida de una fase muy breve de contracción excéntrica necesaria para la inversión del movimiento.
- Relación con el deporte: Salto firme con contramovimiento, capacidad de desaceleración, detención repentina con cambio de dirección.⁷

Drop Jump

La caída

El deportista debe subir al step y colocarse al borde en postura no rígida, con la espalda y la cabeza rectas y la mirada fija y al frente.

Comienza la ejecución del ejercicio y el deportista realiza un paso normal hacia delante, juntando las piernas al inicio de la caída. Antes de la caída, el deportista no debe flexionar las extremidades inferiores, ni impulsarse hacia arriba o hacia delante con las dos piernas, ni flexionar la pierna de apoyo.

La trayectoria de la caída debe ser vertical y el cuerpo debe permanecer recto. Durante la caída, con un movimiento natural y suelto, se llevan hacia atrás.

⁷Rodríguez Facal, F.: "El entrenamiento de la capacidad de salto". 1ª ed., Argentina, Stadium: 1998.

Caída del salto

El deportista debe caer sobre ambas extremidades inferiores. Primero sobre las puntas, para después recuperar el equilibrio apoyando los talones. Las rodillas deben estar ligeramente flexionadas y los músculos mantenerse tensos de forma natural. Los brazos siguen situados hacia atrás.

La caída debe ser elástica e incluir un paso gradual a la amortiguación. El deportista no debe caer sobre los talones o las extremidades inferiores extendidas y en tensión, ya que además de provocar un impacto muy rígido, influye de manera negativa sobre los movimientos de impulso hacia arriba.

La amortiguación

La amortiguación es un componente en cual con una flexión elástica de las rodillas “se atenúa” la energía cinética de la caída del cuerpo y los músculos extensores de las extremidades inferiores se encuentran extendidos, acumulando energía elástica.

En esta fase, se alcanza el punto más bajo de flexión de la amortiguación, el deportista debe inclinar excesivamente los hombros hacia delante y no debe relajar los músculos dorsales. Las extremidades superiores se llevan lo más atrás posible y deben estar preparadas para iniciar un enérgico movimiento de impulso.

Una flexión muy profunda de las extremidades inferiores, dificulta el posterior impulso hacia arriba, mientras que una flexión demasiado suave aumenta la rigidez del impacto sobre el suelo. En ambos casos, los músculos trabajan en un régimen desfavorable que disminuye notablemente el efecto de mejora del ejercicio.

El impulso

El impulso hacia arriba debe realizarse con mucha precisión y debe ser muy activo. Las extremidades superiores, con un amplio y enérgico impulso hacia delante, contribuyen a la extensión de las extremidades inferiores. Una pausa en el movimiento de transición del trabajo excéntrico al concéntrico disminuye la eficacia del impulso y, por tanto, el efecto beneficioso del régimen muscular pliométrico.

El vuelo

El vuelo después del impulso hacia arriba debe ser vertical. Recordemos que el deportista debe intentar saltar lo más alto posible.

La caída del salto

La caída debe ser suave, sobre ambas piernas y con una flexión de amortiguación de las rodillas. Debe evitarse un impacto excesivo.

La altura de la caída

Se partirá de una altura del step de 40centímetros.

El Drop Jump es un test en el que se valora la fuerza reactiva de los miembros inferiores. En este caso la elevación del individuo se producirá por el componente contráctil, por la reutilización de energía elástica acumulada durante la fase de frenado y por el plus de fuerza obtenido gracias a la incorporación posterior de unidades motoras por vía refleja. La velocidad que el individuo posee en el momento en que toca el suelo después de la caída de 40 cm, es de aproximadamente de 3 m/seg. El individuo, por tanto, debe anular la energía cinética después del primer contacto, a través de una fase

de contracción excéntrica en la que acumula energía elástica mediante la deformación de los elementos elásticos presentes en los puentes actinmiosina y, posteriormente, invertir el movimiento y realizar el salto (fase de contracción concéntrica).

La adopción de una altura de caída estándar de 40 cm, tiene como finalidad poder efectuar un control transversal entre los deportistas. La comparación de los valores de elevación obtenidos en el drop jump y en el squat jump nos puede dar una primera aproximación sobre la capacidad de cada individuo de acumular y, posteriormente utilizar, energía elástica, y también sobre la capacidad de incorporar el máximo número de unidades motoras por vía refleja.

Características del Drop Jump:

- Cualidad analizada: fuerza explosivo – reactivo – balística.
- Modalidad de activación muscular: contracción concéntrica precedida de contracción excéntrica y una acumulación relativa de energía elástica; activación de posteriores unidades motoras por vía refleja.
- Relación con el deporte: Saltos después de un arranque y caída.⁸

⁸ Verkhoshansky, Y.: “Todo sobre el método pliométrico”, 1ª ed., Barcelona, Paidotribo: 1992.

Objetivos

Objetivos Generales:

- Analizar la fuerza explosiva unipodal y bipodal de los deportistas (rugby y fútbol) al finalizar el proceso de rehabilitación post quirúrgica de ligamento cruzado anterior.

Objetivos Específicos:

- Diferenciar la potencia entre el miembro rehabilitado y el miembro sano.
- Medir la Fuerza Explosiva en pacientes ya rehabilitados que se encuentran en competencia y en aquellos que estén cursando la fase final de la rehabilitación.
- Determinar el porcentaje de deportistas que retornan al campo y presentan un déficit importante de fuerza explosiva en el miembro rehabilitado.

Hipótesis

Existe un importante déficit de fuerza explosiva del miembro lesionado en deportistas post – operatorio de L.C.A., tanto en aquellos que cursan la fase final de rehabilitación como aquellos que retornan a la competencia.

Métodos y procedimientos

Tipo de estudio

El siguiente estudio es de carácter cuantitativo, de alcance seccional, cuya profundidad reviste un aspecto correlacional simple. La fuente de los datos es primaria.

Se basó en el uso del test de Bosco para detectar la carencia de fuerza explosiva en deportistas lesionados de ligamento cruzado anterior, post cirugía.

Población y muestra

Se investigaron deportistas no profesionales, del sexo masculino, post – operatorio de L.C.A. que estén cursando la última etapa de rehabilitación o que hayan retornado a la competencia.

La muestra, consistió en 15 deportistas, entre ellos jugadores de rugby y fútbol con edades comprendidas entre 18 y 33 años de la ciudad de Rosario.

Área de estudio

Servicio de Kinesiología Integral y Deportiva (S.K.I.D), y el Area de Rehabilitación del Centro de Ortopedia y Traumatología (C.O.T.).

VARIABLES A MEDIR

Se consideró la siguiente variable:

1. Fuerza Explosiva (Potencia)

1. a- Fuerza explosiva unipodal

Se relaciona con la capacidad del salto, que se obtiene como resultado de la velocidad, la altura alcanzada y el tiempo de vuelo. Para cuantificar la potencia del salto en Joules, se tomó en cuenta el peso del paciente y se realiza la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia} = \text{Masa} \times \frac{(\text{V.f.} - \text{V.i.}) \times \text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

Se toma como referencia la potencia del miembro sano y se lo compara con el miembro lesionado. Si los valores obtenidos superan el 80% de la fuerza con respecto al miembro sano, la capacidad de fuerza explosiva es buena, en caso contrario la fuerza será insuficiente.

Se utilizan los siguientes saltos:

- *Salto de contramovimiento (C.M.J.) de forma unipodal*
- *Squat Jump (S.J.) de forma unipodal*

1.b- Fuerza explosiva Bipodal

Se relaciona con la altura alcanzada en el salto bipodal y se mide en centímetros.

Se toma como referencia la escala de la Capacidad de Fuerza Explosiva (según Bosco) para juegos de equipo, en:

- *Salto de Contramovimiento en forma bipodal.*

- *Squat Jump de forma bipodal.*
- *Drop Jump (D.J.), desde una altura de 40 centímetros.*

Metodología de recolección de datos

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación se diseñó una planilla de recolección de datos (ver anexos), la cual fue aplicada a la población de estudio.

En ella se incluyen datos filiatorios tales como: nombre y apellido, fecha de nacimiento, edad y D.N.I. y datos de hecho como antropometría de los miembros inferiores, altura y peso.

Se utilizó también la plataforma de Bosco o Ergojump que consiste en un cronómetro a la milésima conectado a un tapiz o alfombra que se pone en funcionamiento cuando el individuo despegar del suelo y que para el cronómetro cuando vuelve a tener contacto con el tapiz en la amortiguación del salto.

Dicha plataforma se utilizó para medir el tiempo que el deportista permanecía en el aire, la altura alcanzada y la velocidad.

Se valoraron las siguientes pruebas:

- **C.M.J.** se considero el mejor de los tres saltos realizados con las dos piernas y el mejor de los tres saltos realizados con una pierna, comenzando siempre a saltar con la pierna rehabilitada. Se obtuvo los siguientes datos: Tiempo en el aire y la altura alcanzada.

- **S.J** se consideró el mejor de los tres saltos realizados con las dos piernas y el mejor de los tres saltos realizados con una pierna, comenzando

siempre a saltar con la pierna rehabilitada. Se obtuvo los siguientes datos: Tiempo en el aire y la altura alcanzada.

- **D.J.** se consideró el mejor de los tres saltos realizados con las dos piernas. Se obtuvo los siguientes datos: Tiempo en el aire, tiempo de piso y la altura alcanzada.

Dentro de la variable Fuerza Explosiva unipodal: se cuantificó el salto en juoles de acuerdo al peso del deportista, altura del salto, tiempo de vuelo y velocidad, y se comparó el miembro rehabilitado con el miembro para determinar si en el salto la potencia del primero superaba el 80% del segundo. Dicha comparación se realizó tanto en el Counter Movement Jump como en el Squat Jump.

Dentro de la variable Fuerza Explosiva Bipodal: se cuantificó la altura de cada salto y se los comparó con la “Tabla de Capacidad de Fuerza Explosiva en deportes de equipo” (Bosco)⁹, para determinar si la fuerza explosiva utilizada en cada salto era excelente (E) muy buena (MB), buena (B), insuficiente (I), regular (R) o mala (M). (ver anexos). Dicha valoración se realizó de acuerdo a los datos obtenidos en Counter Movement Jump, Squat Jump y Drop Jump desde una altura de 40 centímetros.

Trabajo de campo

El proceso de recolección de datos para esta investigación se extendió desde el mes de octubre del año 2003 al mes de mayo del año 2004.

⁹ Bosco, C.: “Aspectos Fisiológicos de la Preparación Física del Futbolista”, 1ª ed., Barcelona, Paidotribo: 1985.

El mismo comenzó con la presentación formal ante el kinesiólogo de S.K.I.D. (Servicio de Kinesiología Integral y Deportiva), el servicio de kinesiología del C.O.T. (Centro de Ortopedia y traumatología) y el profesor de Educación Física del gimnasio Metas. Lograda la autorización de dichas instituciones se dio inicio al desarrollo de esta investigación.

El trabajo de campo propiamente dicho consistió en realizar evaluaciones con el tapiz de Bosco (ergojump), en el cual los deportistas deberían realizar 3(tres) saltos, del cual se tomará en cuenta el mejor realizado. Los saltos eran el Counter Movement Jump, Squat Jump (unipodal y bipodal), y el Drop Jump.

Desarrollo

Se estudiaron 15 deportistas no profesionales, todos de sexo masculino con edades comprendidas entre 18 y 35 años, que habían sido sometidos a una intervención quirúrgica de Ligamento Cruzado Anterior (L.C.A.)

De los pacientes evaluados 9 son jugadores de rugby y 6 son jugadores de fútbol, de los cuales 11 estaban cursando la etapa final del protocolo de rehabilitación kinésica (semana 22 en adelante) y 4 pacientes ya habían retornado a la competencia.

El protocolo de rehabilitación de los pacientes había sido realizado por 9 de ellos en el Servicio de Kinesiología Integral y Deportiva (S.K.I.D.) y 6 lo realizaron en el Centro de Ortopedia y Traumatología (C.O.T.).

De estos dos grupos de pacientes, el primero (S.K.I.D.) había realizado la fase final de rehabilitación en el Gimnasio Metas, mientras que el otro grupo realizó la rehabilitación en forma completa en el C.O.T..

La valoración de la Fuerza Explosiva (Potencia) de los miembros inferiores se determinó a través de las distintas pruebas del test de Bosco, realizadas sobre una plataforma denominada Tapiz de Bosco, que nos permite obtener los siguientes datos:

- Tiempo de Vuelo (Tv): medido en milisegundos
- Altura alcanzada (D): medido en metros
- Velocidad (V): medida m/seg.

Por otro lado se evaluó el peso de los deportistas al momento de realizar los test, dicha valoración se midió en kilogramos (kg.).

Para cuantificar la Potencia utilizada por los miembros inferiores al realizar los diferentes saltos, se utilizó la siguiente formula:

La Física clásica nos plantea lo siguiente:

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \times \text{Aceleración}$$

$$\text{Como Aceleración} = \frac{\text{Velocidad final} - \text{Velocidad inicial}}{\text{Tiempo}}$$

Si reemplazamos en formula de Fuerza:

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \times \frac{\text{Velocidad Final} - \text{Velocidad Inicial}}{\text{Tiempo}}$$

Si la masa permanece constante, a mayor fuerza, mayor diferencia de velocidades y si la velocidad inicial es nula porque el objeto está en reposo, la velocidad final será directamente proporcional a la fuerza.

La Potencia, es la capacidad de realizar un trabajo en el menor tiempo posible.

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

Pero como Trabajo = Fuerza x Distancia

Podemos decir que Potencia = Fuerza x Distancia

Y según nuestros datos obtenidos propusimos la siguiente formula:

$$\text{Potencia} = \text{Masa} \times \frac{(\text{Vf} - \text{Vi})}{\text{Tiempo}} \times \text{distancia}$$

La Masa la obtuvimos con la valoración del peso de cada paciente, la Velocidad Inicial en nuestro caso es igual a cero porque cada paciente comienza la ejecución del salto partiendo de una posición de reposo, la Velocidad Final y el Tiempo (Tiempo de Vuelo) son datos que nos permite evaluar el Tapiz de Bosco.

La unidad con que valoramos la potencia es en Joules (J).

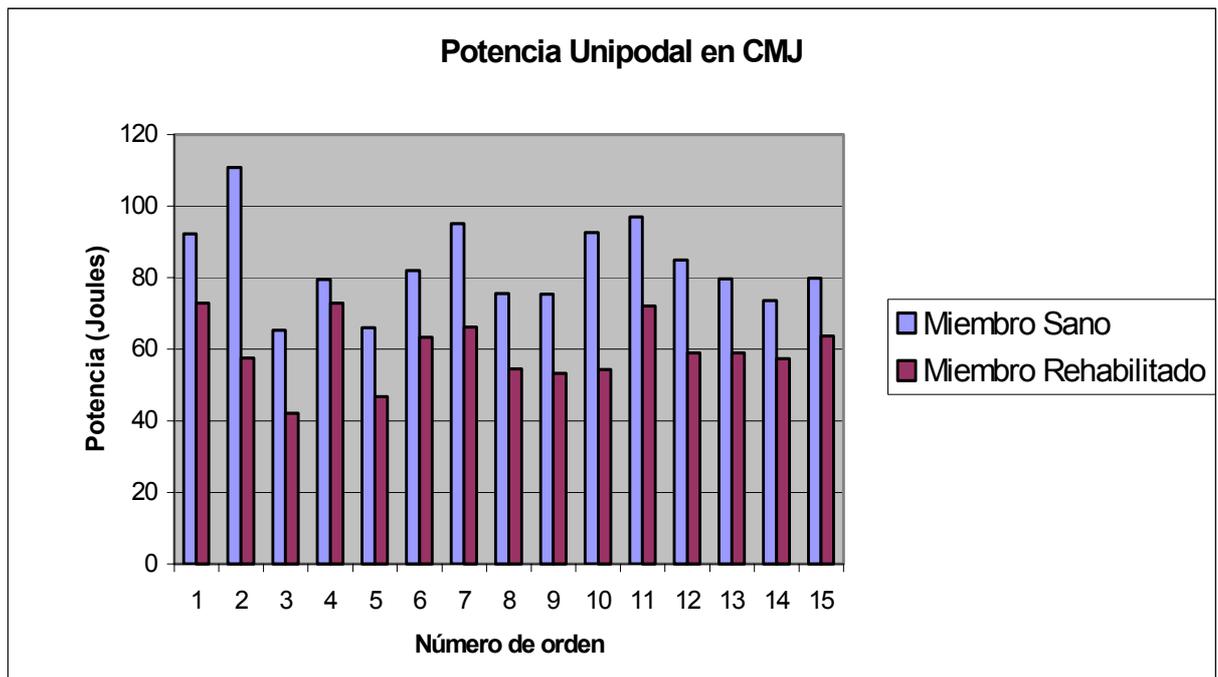
Por otro lado se clasificó la potencia de acuerdo a la calidad del salto realizado por los pacientes en la cual se medía en cm la altura alcanzada en cada prueba (según Bosco) en deportes colectivos.¹⁰

¹⁰ Anselmi, H.: “fuerza potencia y acondicionamiento fisico”, 3ª Ed., Argentina, Paidotribo: 1998.

Análisis de las variables.

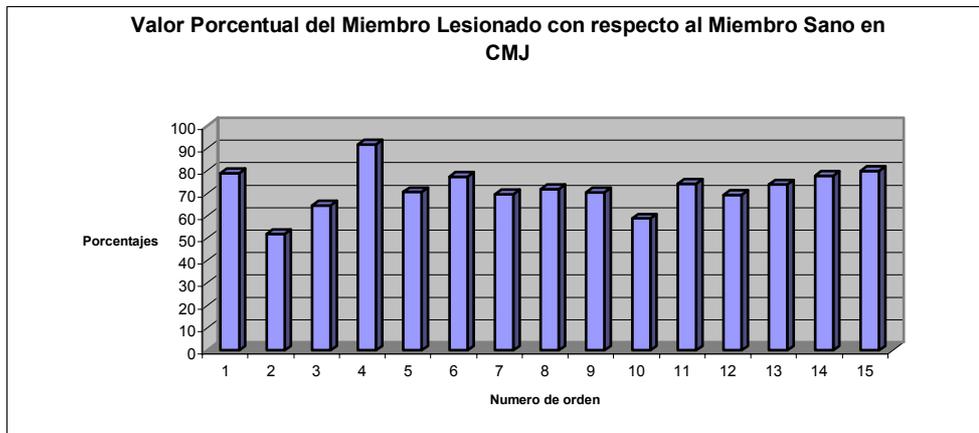
A- Fuerza Explosiva Unipodal

A.1- En el C.M.J. unipodal se observó de acuerdo a los resultados que en ninguno de los casos el miembro rehabilitado igualó o superó en Fuerza Explosiva al miembro sano.

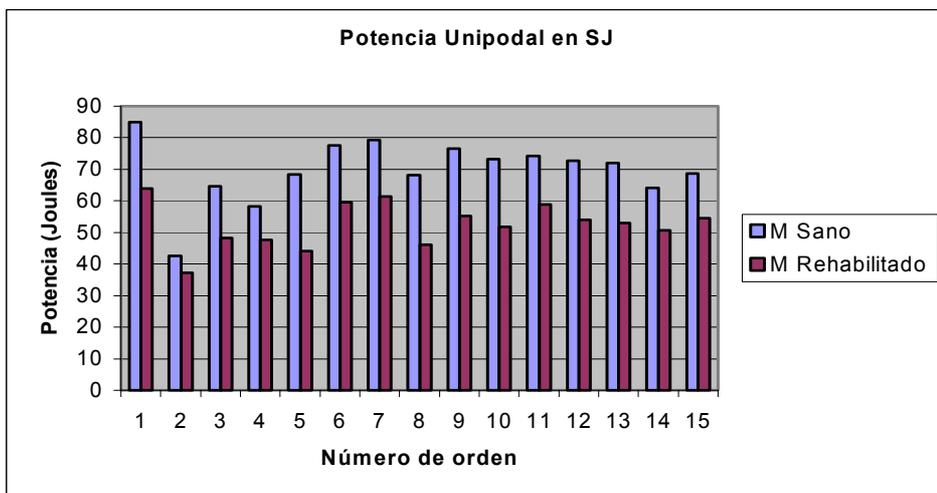


Se estableció que tan solo el 6.6 % de los pacientes (1 de 15 evaluados), superó o igualó el 80% del Valor Porcentual del Miembro Rehabilitado con respecto al Miembro Sano (V.P. mr/ms), y el 93.4% no superó dicho porcentaje en el C.M.J.

Tan solo el 46.6% (7 deportista) superaba el 70 % de V.P. mr/ms.

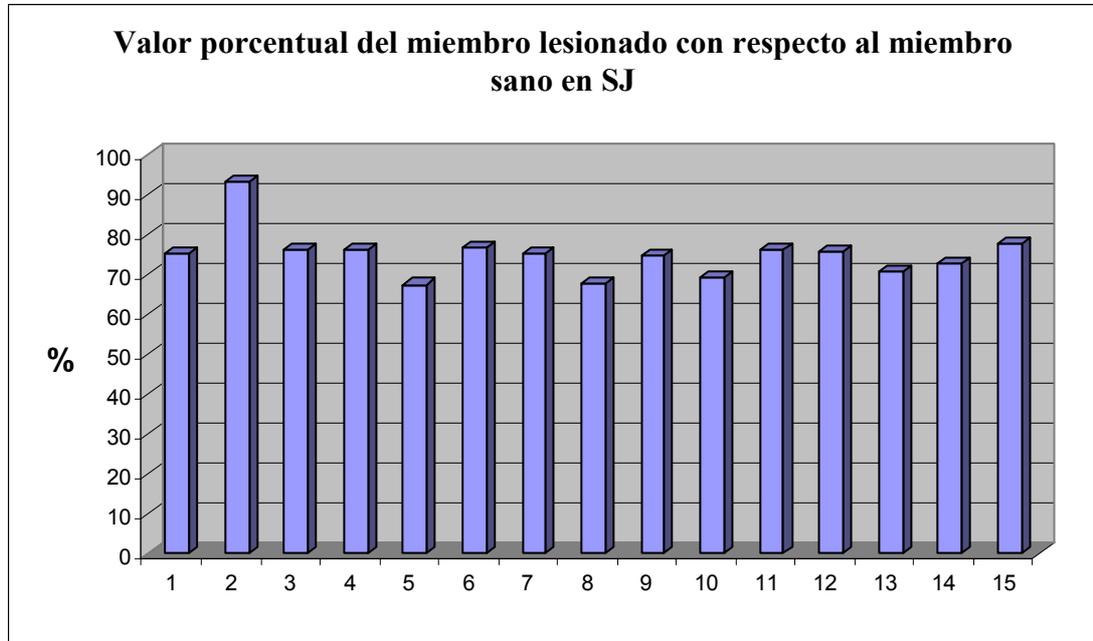


A.2- En el Squat Jump unipodal se observó de acuerdo a los resultados que la diferencia de valores entre miembro rehabilitado - miembro sano era menor que en la evaluación anterior.



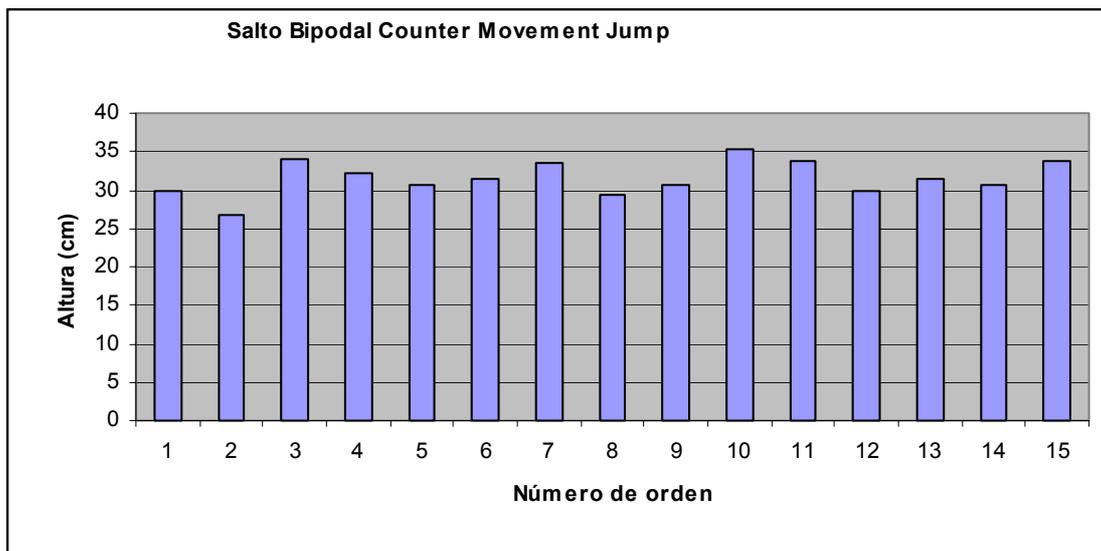
En el Valor Porcentual miembro rehabilitado - miembro sano en Squat Jump se observó que el 13.3% de los evaluados (2 deportistas) igualaron o superaron el 80% del VP mr/ms.; mientras que el 86.7 % se encontraba por debajo del valor.

Por otro lado 10 de los deportistas (66.6%) se encontraban en valores cercanos al 80% (entre el 70% y 80% del V.P. mr/ms).



B- Fuerza Explosiva Bipodal

B.1- En el Counter Movement Jump bipodal se observó que todos los resultados se incluyeron dentro de las calificaciones Bueno (B) e Insuficiente (I).

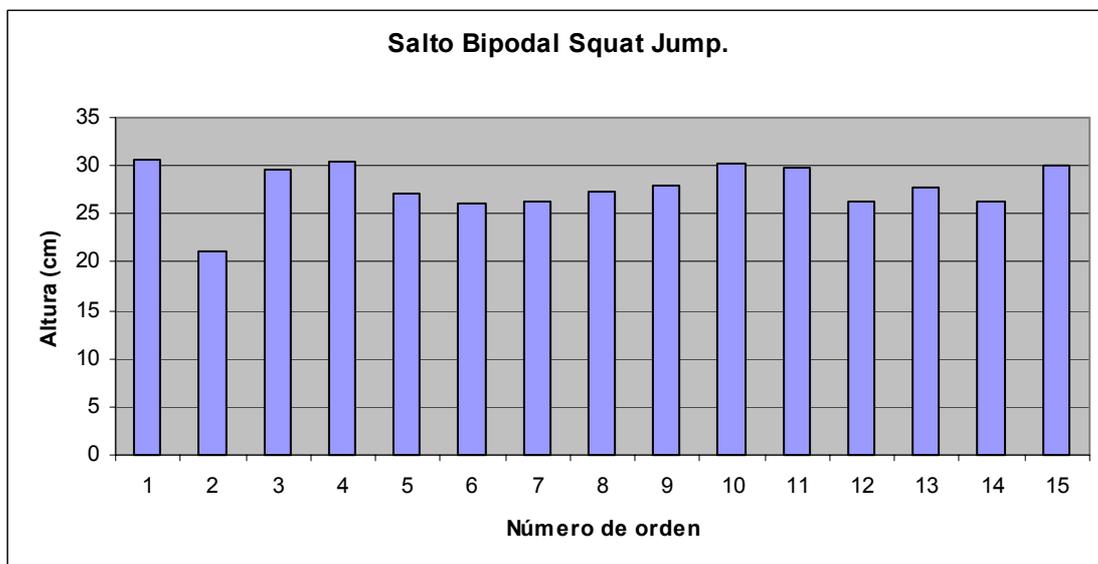


Se encontró un 13,30% (2 deportistas) con calificación buena (+ de 34 cm de altura en el salto), mientras que el 87,70% restante (13 deportistas) se encontró con una calificación insuficiente (-34 cm de altura).

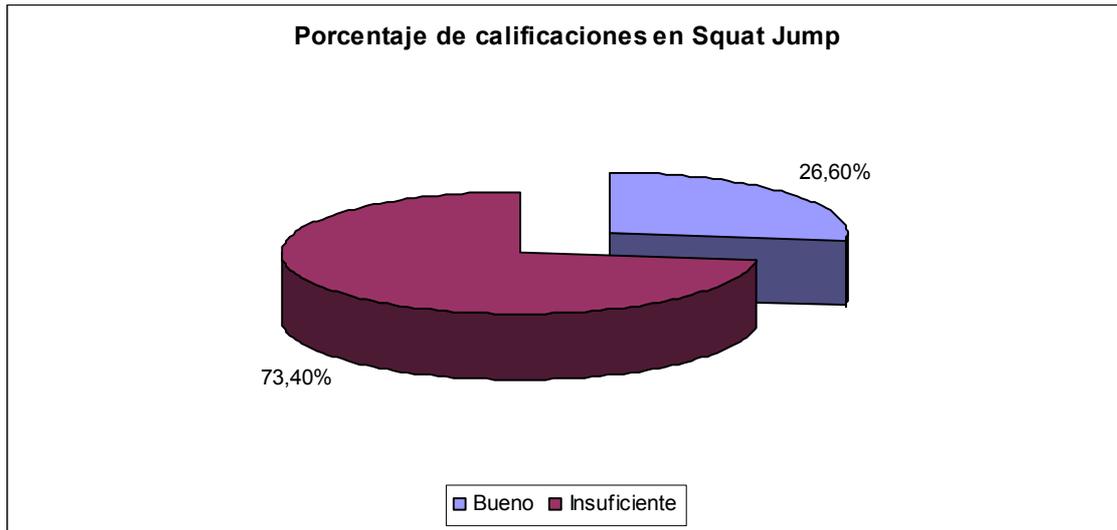


No se encontraron calificaciones excelentes, muy buenas, regulares o malos.

B.2- En el Squat Jump bipodal hubo un aumento en la cantidad de pacientes que se encontraban dentro de la calificación Bueno(B), con respecto al Counter Movement Jump.

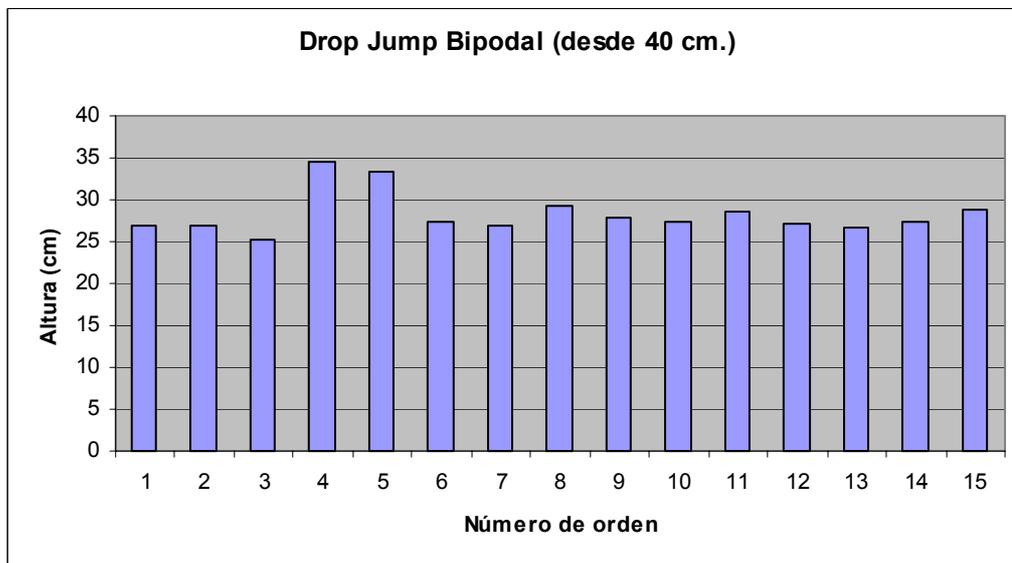


Los resultados obtenidos según el porcentaje de calificaciones en Squat Jump fueron el 26.6% (4 pacientes) que se encontraban dentro de una calificación Buena (B), mientras que el 73.4% (11 pacientes) se encontraban dentro de la calificación Insuficiente (I).

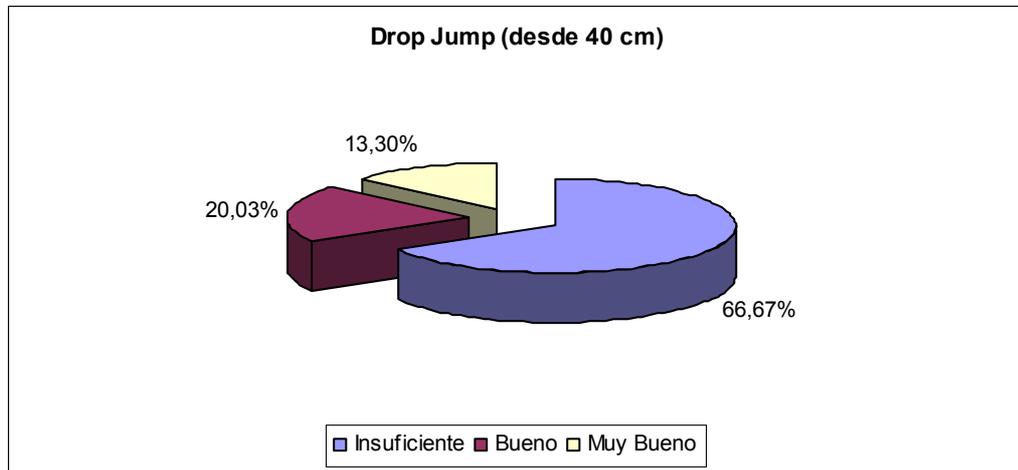


No se registraron calificaciones excelentes, muy buenas, regulares o malas.

B.3- En la evaluación del Drop Jump (desde 40 cm) la tabla arrojó los siguientes números:



El 66.67% (10 deportistas) estaban por debajo de 28 cm. (I), 20.03% (3 deportistas) alcanzó superar los 28 cm. (B) y solo el 13.30% (2 deportistas) superó los 32 cm. (MB).



Conclusión

La fuerza explosiva es una cualidad esencial para la práctica del deporte, por ello no podemos pasarla por alto en el período de rehabilitación, ya que esto puede desencadenar en una disminución del rendimiento del deportista, como lo hemos podido observar a través de las evaluaciones tanto en los pacientes que se encontraban en la fase final de la rehabilitación, como así también en aquellos que habían retornado a la competencia.

El motivo de esta investigación surge tras observar la falta de aplicación del método pliométrico (entrenamiento de la fuerza explosiva a través de saltos), dentro del protocolo de rehabilitación. Dicho método de entrenamiento conduce rápidamente a un aumento de la capacidad de desarrollar **impulsos explosivos de la fuerza**. Quizás este tema será motivo de una futura investigación.

De los quince deportistas estudiados, tan solo uno (6.6%) pudo cumplir satisfactoriamente con las calificaciones de todas las evaluaciones; con dichos resultados podemos inferir que existe una carencia de entrenamiento de la fuerza explosiva dentro del período de rehabilitación.

La adquisición de la fuerza explosiva en caso de poder entrarla dentro del protocolo de rehabilitación se encontraría dentro de la fase final (antes del retorno al campo), momento en la cual la mayoría de los pacientes se encuentran bajo las instrucciones del preparador físico de su club o el instructor del gimnasio, ya sea por falta de presupuesto o por ansiedad del deportista que quiere volver a competir.

Los resultados obtenidos según las evaluaciones nos muestra que existe un déficit importante de fuerza explosiva tanto en forma unipodal (valor porcentual entre

miembro rehabilitado-miembro sano), como en forma bipodal (de acuerdo a la tabla de calificación).

En la primera se observó que la mayoría de los pacientes (el 93.40% en el Counter Movement Jump; 86.70% en el Squat Jump), no tenía el miembro lesionado a un 80% con respecto al miembro sano. Este es un requisito imprescindible para que los pacientes puedan retornar a la competencia. Este factor va a condicionar en forma directa el rendimiento del deportista; y no dará seguridad plena al momento de realizar gestos deportivos.

La inseguridad en el miembro rehabilitado puede provocar un sobre uso en el miembro sano lo que puede acarrear lesiones en un futuro no muy lejano.

A nivel bipodal los resultados fueron variados tanto en el Counter Movement Jump como en el Squat Jump y también en el Drop Jump.

La cantidad de pacientes que se encontraban en el Squat Jump se observó que con un nivel aceptable de Fuerza Explosiva en forma bipodal era mayor con respecto a los resultados obtenidos en forma unipodal (Squat Jump bipodal: bueno 26.60%; insuficiente 73.40%), con lo que podemos inferir que un porcentaje de pacientes mejoraron en su calidad de salto debido a la coordinación que tuvieron al utilizar el miembro sano. En el Squat Jump se requiere de una menor exigencia coordinativa a nivel muscular ya que en este tipo de salto solo se utiliza una contracción concéntrica.

Por otro lado en el Counter Movement Jump se observó que solo el 6.40% (1 deportista) alcanzó a calificar como bueno, el resto 93.60% (14 deportistas) calificaron como insuficientes. Una vez más se demostró la falta de Fuerza Explosiva.

En el Counter Movement Jump se requiere mayor exigencia de coordinación muscular, ya que la modalidad de activación muscular utilizada es una contracción

concéntrica precedida de una fase muy breve de contracción excéntrica necesaria para la inversión del movimiento, y aquí también se detectó un importante porcentaje de pacientes que presentaba un déficit de Fuerza Explosiva.

En el Drop Jump (desde 40 cm.) donde la cualidad analizada era la fuerza explosiva-reactivo-balística se observó una importante mejora en la calidad del salto; ya que disminuyó el porcentaje de pacientes que se encontraban por debajo de la calificación Bueno (Insuficiente = 66.67%).

La comparación de los valores de elevación obtenidos en el Drop Jump y en el Squat Jump nos da la aproximación de que un grupo de pacientes mejoró su calidad de salto (Drop Jump: Muy bueno = 13.30%; Bueno = 20.03%).

Estos resultados se deben a la capacidad de cada individuo de acumular, y posteriormente utilizar, energía elástica. Otro factor que influye es la capacidad de incorporar (reclutar) el máximo número de unidades motoras por vía refleja para mejorar su fuerza explosiva en el momento del salto.

A pesar de los datos obtenidos en el Drop Jump es evidente que en los pacientes evaluados existía un déficit importante de fuerza explosiva unipodal y bipodal; y que dicha carencia se encontraba tanto en los pacientes de la fase final de rehabilitación como así también en aquellos que ya habían retornado al campo. Esto nos demuestra que la fuerza explosiva en la preparación física es insuficiente, o en dicha preparación no se hace un trabajo diferenciado entre los deportistas que han sufrido una lesión de los que no la han padecido. Esto debería ser tenido en cuenta por lo menos hasta que el paciente adquiriera la fuerza explosiva a un 80% en el miembro rehabilitado con respecto al miembro sano.

Existen muchos factores justificar el objeto de estudio de nuestra investigación, pero creemos que el más importante es el factor económico, ya que es muy difícil solventar los gastos ocasionados por una rehabilitación de ligamento cruzado anterior; y con mas razón en aquellos deportistas que no son profesionales.

Es nuestro mayor deseo que esta tesis haya sido un aporte a la kinesiología, y que sea motivo de una próxima investigación.

Bibliografía

- Anselmi, H.: “Fuerza potencia y acondicionamiento físico”, 3ª ed., Argentina, 1998.
- Bosco, C.: “Aspectos Fisiológicos de la Preparación Física del Futbolista”, 1ª ed., Barcelona: Paidotribo, 1985.
- Bosco, C.: “Elasticita moscolare e forza esplosiva nelle attivita fisico – sportive”, Roma: Sociéta Stampa Sportiva, 1985.
- Bosco, C.: “La preparazione fisica nella pallovollo e sviluppo Della forza negli sport a carattere esplosivo – balístico”. Roma: Sociéta Stampa Sportiva, 1985.
- Bosco, C.: “La Valutazione Della forza con il test de Bosco”. Roma: Sociéta Stampa Sportiva, 1992.
- Cometí, G.: “La pliometría”, Roma: Sociéta Stampa Sportiva, 1989.
- Córdoba, A.: “Compendio de Fisiología” 1ª ed., Mc. Graw – Hill – . Madrid: Panamericana, 1988.
- Chu Donald, A.: “Ejercicios Pliométricos”, 1ª ed., Barcelona: Paidotribo, 1990.
- Fox, E.: “Fisiología del Deporte”. Buenos Aires: Panamericana, 1984.
- Kapandji, A.: “Cuadernos de fisiología articular”, 4ª Ed., España: Masson, 1988.
- Hislop, H.: Montgomery, J.: “Daniels-Whorthinghan`s: “Pruebas funcionales musculares”. España: Marbán, 1997.

- Prentice, William E.: “Técnicas de Rehabilitación en la Medicina Deportiva”. Paidotribo, 1999.
- Reitman, E. y Alarcón, N.: “Curso anual de musculación”. Argentina: Grupos de estudios 757, 2000.
- Rodríguez Facal, Fernando: "Entrenamiento de la capacidad de salto", 1º ed., Argentina: Stadium, 1998.
- Rouvière, H. Y Delmas, A.: “Anatomía Humana”, tomo III, España: Masson, 1996.
- Silverman F. y Barahona, O.: “Ortopedia y traumatología”. Bs.As.: El Ateneo, 1995.
- Velásquez Vélez, S.: “Todo sobre fisioterapia”, www.fisioterapia.com: Colombia, 2002.
- Verkhoshansky, Y: “Todo sobre El Método Pliométrico”, 1ª ed., Barcelona: Paidotribo, 1992.
- Xhardez, Yves: “Vademécum de kinesiología y de reeducación funcional”, 4ª ed., Argentina: El Ateneo, 2000.

Publicaciones:

- Anderson, John y Jonson, Steve: Comparación entre la Rehabilitación Conservada y Acelerada luego de la plástica del Ligamento Cruzado Anterior. En: AKD, N° 14, 1998, p. 20-21.

- Dr. Avanzi, R.: Consideraciones previas a la revisión del ligamento cruzado anterior. En: AKD, N° 12/13, p. 11-13.
- Lic. Villafañe, Juan José y el Dr. Mazzuco, Marcelo: Rehabilitación de la rodilla operada de L.C.A. con técnicas H.T.H. y con semitendinoso cuádruple. En: AKD, N° 9, 1990, p. 12-13.
- Meighan, J.F. Keating, E.: Outcome after reconstruction of the anterior cruciate ligament in athletic patients. En: revista virtual, 1999.
- Valdez Vilches, M. y Aguilar, J. J.: Valoración funcional en las lesiones del ligamento cruzado anterior operado: utilidad del Test de Bosco. En: Rehabilitación, 2000, p. 83-89.

Internet:

- www.cafyd.com/bd2.html
- www.cdrossi.com/medica/m-contenidos03.html
- www.deporteyvida.com/rehabilitacion/rehab2.htm
- www.efdeportes.com/efd12/lesion02.htm
- www.efdeportes.com/efd73/pliom.html
- www.galeon.com/jlgarcia/tecnica/fuerza.html
- www.geocities.com/diasderugby/pliometria.html
- www.mirodilla.com/rehab_lca.html
- www.portalfitness.com/articulos/entrenamiento/compendio/ggarcia/entr_fuerza.
- www.sportpro.it/atltrain/PLIometria.html
- www.tackleo.com/principal/medicinadeportiva/trat_rodilla.shtml
- www.tuotromedico.com/temas/lesiones_rodilla.htm
- www.uv.es/~salad/LCARh/

Anexos

Evaluaciones

SALTOS		Lesión	Lateralidad	RESULTADOS		
1- SQUAT JUMP	a) BIPODAL					
	b) MONOPODAL (m.rehab.)	DER/IZQ	DER/IZQ			
	c) MONOPODAL	DER/IZQ	DER/IZQ			
2- CMJ	a) BIPODAL					
	b) MONOPODAL (m.rehab.)	DER/IZQ	DER/IZQ			
	c) MONOPODAL	DER/IZQ	DER/IZQ			
3- DROP JUMP						

Tabla de Capacidad de Fuerza Explosiva en Juegos de Equipos

Calificación	Squat Jump	C.M.J.	Drop Jump
Excelente (E)	+38	+42	+36
Muy Bueno (MB)	+34	+38	+32
Bueno (B)	+30	+34	+28
Insuficiente (I)	-30	-34	-28
Regular (R)	-20	-26	-24
Malo (M)	-15	-20	-20

Ergojump



Test de Bosco



Squat Jump bipodal



Drop Jump desde 40 cm.





Counter movement

Squat jump



