

## **Retorno a la Competencia luego de la Rehabilitación Valoración de la fuerza y la función**

### **After rehabilitation return to the competitions: Evaluation of force and function**

**Dr. Matías Scavo**

#### **RESUMEN**

El retorno al deporte luego de una lesión, es una decisión que le compete al equipo de rehabilitación y representa un momento de extrema importancia en relación al cuidado del futuro de nuestro deportista. Los criterios de retorno a la actividad deportiva: 1) Lograr un rango de movimiento dinámico completo sin dolor, con un adecuado nivel de fuerza muscular y nivel propioceptivo que le permita realizar con éxito todas las habilidades que el deporte le exige, 2) Alcanzar niveles propioceptivos necesarios para el máximo rendimiento deportivo, 3) Lograr un valor simétrico de por lo menos 90 en los tests funcionales de saltabilidad (en la valoración del salto en miembros inferiores). En un estudio prospectivo en jugadores de fútbol, Ekstrand (1982) encontró que el 17% de las lesiones fueron atribuidas a una inadecuada rehabilitación funcional, con criterios de retorno al deporte inadecuados. Existe una persistente pérdida de fuerza muscular del 20% en la pierna afectada durante un periodo de 5-10 años después de que una rodilla ha sufrido una intervención quirúrgica. La fase final de la rehabilitación después de una lesión, es una herramienta para aumentar la fuerza máxima y rápida, para mejorar la estabilidad dinámica de la articulación y la coordinación de toda la extremidad. Por tal motivo, ello debe constituir siempre una fase de mayor importancia en el regreso de un atleta al deporte.

**Palabras claves:** lesiones deportivas-recuperación-fuerza muscular

#### **ABSTRACT**

The return to sports right after a lesion, is a decision that only correspond to the rehabilitative team and it represents a moment of extreme importance in relation to care of our sportsman future. The criteria in relation to sports activity return are: 1) Achieving a range of dynamic complete painless movement, with an adequate level of muscular force and proprioceptive level that permit him to accomplishing successfully all the abilities that sports demands, 2) Reaching necessary proprioceptive levels for maximal sport performance, 3) Achieving a symmetric value as minimum 90 in functional tests of jump (in the evaluation of jump in inferior members). In a prospective study in football players, Ekstrand (1982) found that 17 % of injuries were attributed to an inadequate functional rehabilitation, with inadequate criteria to sports return. A persistent loss of muscular force of 20 % in the leg affected during a period of 5 to 10 years exists after than a knee has suffered a surgical intervention. The final stage of rehabilitation after a lesion is a tool to increase the maximal and fast force, for better dynamic stability of the articulation and coordination of all the extremity. For such motive, it must constitute always a ranking phase in the athlete return to sports.

**Key words:** Sports injuries- recuperation- muscular strength

## INTRODUCCIÓN

El retorno al deporte o la actividad competitiva luego de una lesión, es una decisión que le compete al equipo de rehabilitación y representa un momento de extrema importancia en relación al cuidado del futuro de nuestro deportista, en el cual minimizamos posibles nuevas lesiones y recidivas e intentamos garantizar el éxito deportivo en todas sus dimensiones. Por esta razón y por las características tan peculiares que tiene el organismo para mostrarse como una individualidad bio-psico-social, el retorno a la competencia se observa como *altamente decisivo*. Diversos autores (1, 2, 3,4) establecen principalmente los siguientes criterios de retorno a la actividad deportiva:

**Valor simétrico:** Score del miembro involucrado/ Score del miembro no involucrado y el resultado multiplicado por 100.

La rehabilitación incompleta luego de una lesión deportiva, fundamentalmente en la fase final de la misma, es un factor causal en la recurrencia de lesiones. En un estudio prospectivo en jugadores de fútbol, Ekstrand (1982) encontró que el 17% de las lesiones fueron atribuidas a una inadecuada rehabilitación funcional, con criterios de retorno al deporte inadecuados.

En la práctica se utilizan dinamómetros isocinéticos para determinar con exactitud el déficit de fuerza de la extremidad. La isocinesia, sin embargo, valora un movimiento "aislado" en la extensión de la rodilla que suele ser muy diferente al que realiza la extremidad durante en situación competitiva y no evalúa otros aspectos importantes como la coordinación, el equilibrio y la propiocepción. Además, el elevado costo de los aparatos puede ser un inconveniente para su uso. Actualmente, existen dispositivos que operan junto a un software, a través del cual podemos medir el desplazamiento en función del tiempo, por lo que se obtienen valores de velocidad, potencia, trabajo, y fuerza. Diversos autores recomiendan utilizar también otras pruebas funcionales, mas específicas de la actividad deportiva, como complemento de la valoración de la rodilla lesionada. (5, 6 )

### Debilidad y desequilibrios musculares

La relevancia respecto a la debilidad y desequilibrios musculares en la fase final de la rehabilitación y en la prevención de futuras lesiones es materia de discusión. El desequilibrio muscular implica una asimetría entre los músculos agonistas y antagonistas de una extremidad, una asimetría entre las extremidades, o un diferencial con un valor normal previsto (Grace y col. 1984, Grace, 1985). Según Renstrom y Kannus (7) un atleta con una diferencia superior al 10% en la fuerza de los cuádriceps o de los isquiosurales entre el lado derecho y el izquierdo esta considerado a someterse a un mayor riesgo de sufrir lesiones tendinosas, ligamentarias y musculares. A su vez, según Safran (8) un atleta que tiene una proporción de fuerza entre el isquiosural y el cuádriceps menor al 60% en una pierna conlleva los mismos riesgos de padecer lesiones. A su vez diversos autores (7, 9) plantean el uso cuidadoso del "cociente" entre fuerza de los cuádriceps y de los isquiosurales (CD/IS) debido a dos factores que deben ser considerados:

1-El torque máximo no se manifiesta en el mismo *ángulo articular* entre la extensión comparado con la flexión de la rodilla, por lo cual, según los autores, sería necesario valorar y comparar la fuerza entre los extensores y los flexores de la rodilla "ángulo por ángulo". Es decir la fuerza de los extensores a los 80 grados (en la extensión) comparado con la fuerza de los flexores a los 80 grados (en la flexión).

2- La valoración tradicional no considera la relación de la fuerza concéntrica de los CD vs. la fuerza excéntrica de los IS, relación o cociente que se denomina

“funcional” (CDC/ISe), debido a su mayor relación con los gestos deportivos realizados a altas velocidades, donde el músculo protagonista acelera el movimiento (contrayéndose de manera concéntrica) y el músculo antagonista lo desacelera (contrayéndose de manera excéntrica).

A su vez, Heiser y col. demostraron que el equipo de fútbol americano de la Universidad de Nebraska experimentó una incidencia del 7,7% de lesiones en los músculos IS con un índice de recurrencia del 31,7%, pero una vez conocidos y corregidos estos desequilibrios, el equipo tuvo una incidencia de “torceduras” de los IS del 1,1% sin ninguna recaída.

La debilidad muscular por formación de cicatrices, de lesiones anteriores predispone a lesiones recurrentes puesto que el tejido cicatrizado no es tan fuerte o elástico como los otros componentes de la unidad músculo tendinosa. (8)

Está bien documentado que los atletas con lesiones articulares previas tienen déficit de fuerza, potencia y resistencia musculares persistentes y de larga duración en las extremidades afectadas, y que dichas articulaciones corren un mayor riesgo de volver a lesionarse que las articulaciones que no han sufrido ninguna lesión previa (Kannus, 1987). Muchos atletas se sienten “rehabilitados” y retornan demasiado pronto a la competencia. Existe una persistente pérdida de fuerza muscular del 20% en la pierna afectada durante un periodo de 5-10 años después de que una rodilla ha sufrido una intervención quirúrgica (Grimby, 1980). La misma pérdida se observa después de haber tratado de manera “conservadora” lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla. No está claro que importancia tiene el desequilibrio muscular por sí mismo como factor causante de recaída en las lesiones, puesto que en ello intervienen también la inestabilidad articular persistente, el dolor, la inflamación y el deterioro de la coordinación neuromuscular (intramuscular e intermuscular) (Grimby, 1980).

La fase final de la rehabilitación después de una lesión, es una herramienta no solo para aumentar la fuerza máxima y rápida, sino también para mejorar la estabilidad dinámica de la articulación y la coordinación de toda la extremidad. Por tal motivo, ello debe constituir siempre una fase de mayor importancia en el regreso de un atleta al deporte.

### **Así, los desequilibrios musculares tienen los siguientes efectos**

Menor rendimiento en pruebas de potencia aeróbica?

### **La Valoración de la fuerza**

Kraemer y Knuttgen definen a la fuerza como la capacidad de tensión que puede generar cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución, y según Román Suárez (10) son tres las principales manifestaciones de la misma: fuerza resistencia, fuerza velocidad y fuerza máxima.

La valoración de la fuerza como criterio de retorno al deporte ha sido por mucho tiempo uno de los factores más importantes en los procesos de rehabilitación luego de lesiones musculares y articulares. ¿Cómo valoramos la fuerza en la fase final o de retorno a la competencia?

Es importante resaltar que tanto el entrenamiento de la fuerza en su manifestación máxima (tanto concéntrica como excéntrica), como en su manifestación rápida son principalmente abordadas en esta última fase.

Según Letselter la fuerza máxima es la mayor fuerza que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria. Que diferencias puede haber entre un miembro y otro en sus potenciales “nerviosos” y

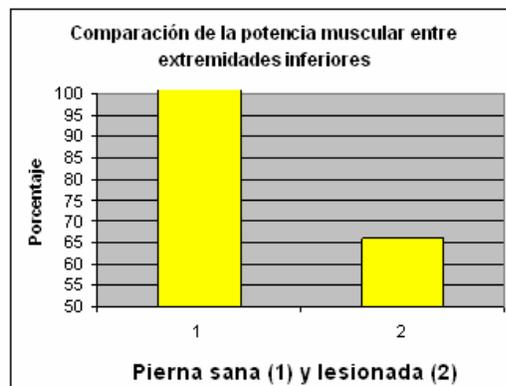
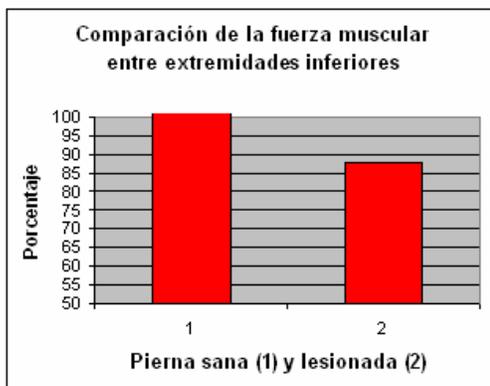
“musculares”. Diversos autores (11, 12, 8, 5) establecen como limite tolerable un 10%.

Por otro lado la fuerza rápida, según Harre y Hauptmann es la capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia a la mayor velocidad de contracción posible.

En esta fase, la fuerza rápida sin dudas tiene como objetivo aportar el entrenamiento específico en sujetos con demandas deportivas, y además aumentar la eficiencia de los estabilizadores activos a partir de una mayor activación refleja (Alurralde, 2001).

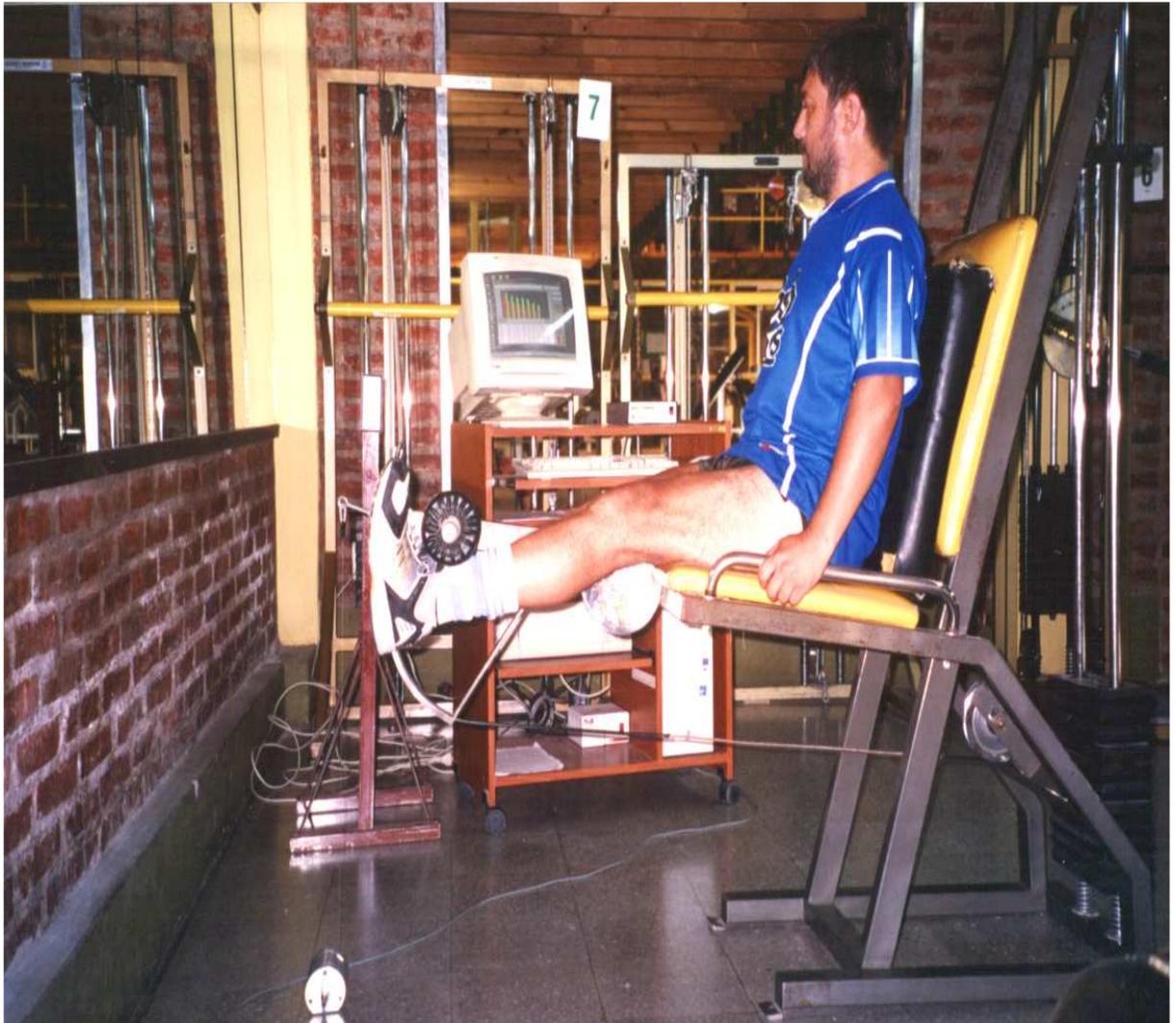
También el entrenamiento de la “fuerza excéntrica” es esencial en lograr aumento de la acción de “frenado” articular en los movimientos balísticos. (13)

Por todo esto el rendimiento de la fuerza puede evidenciarse favorablemente en uno de los aspectos o manifestaciones y mostrarse deficitario en otro. Esto se evidencia en un sujeto, en el cual se valoro su fuerza y su potencia con un dispositivo “Real Power”, mostrando un valor simétrico de 83 en la fuerza y de 57 en la potencia. La lectura de los datos indica que la fuerza se aproxima a los valores deseables, sin embargo la potencia se presenta mas alejada del valor deseable, con diferencias mas acentuadas.



“Work Test” en deportista con distensión del ligamento lateral interno de rodilla. Año 2003. TUTOR: Centro de salud, entrenamiento y recreación. Viedma, RN. Argentina. Evaluado en la semana 3 de su rehabilitación. Se utilizo un dispositivo “Real power” marca Globus, el cual permite medir el desplazamiento en función del tiempo, por lo que se obtienen valores de velocidad, potencia, trabajo, fuerza.

**Foto 1:**



La foto muestra a un deportista "recreativo" en la última fase de la rehabilitación del LCA en la evaluación de la fuerza de los extensores de rodilla en cadena cinemática abierta utilizando el "Real Power" marca Globus.

	<b>Fuerza (N)</b>		<b>Valor Simétrico</b>
	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	
Alvaro, R.	395,09	381,79	97
Alzqueta, S.	153,93	158,38	97
Alzqueta, G.	389,52	360,81	93
Azar, S.	205,18	212,33	97
Bahamonde, C.	181,07	171,63	95
Bravo, A.	308,23	310,66	99
Castelnuovo, P.	291,15	304,42	96
Cerveira, M.	143,38	132,2	92
Chironi, F.	279,09	296,19	94
Coria, M.	433,58	366,03	84
Cravota, E.	261,78	257,06	98
Destefanis, R.	243,14	237,1	98
Elzaguirre, S.	269,41	265,94	99
Elizondo, R.	223,23	211,46	95
Elizondo, R.	232,51	234,86	99
Epstein, A.	214,6	235,05	91
Kunz, G.	125,79	130,02	97
Mejías, H.	146,76	136,85	93
Patuto, O.	337,98	374,24	90
Perez, S.	125,4	129,65	97
Petri, D.	343,06	325,65	95
Reussi, C.	264,42	265,67	100
Soule, H.	382,17	350,31	92
Vazquez, G.	230,61	274,09	84

Evaluación del "Work Test" en 24 sujetos "sanos". Los valores de fuerza están expresados en Newton en cada extremidad y el cálculo del valor simétrico correspondiente a cada sujeto. La pierna más fuerte aparece coloreada con amarillo. Año 2003. TUTOR: Centro de salud, entrenamiento y recreación. Viedma, RN. Argentina.

Por ultimo, la importancia de la valoración de la "fuerza excéntrica" en esta fase esta ampliamente documentada. (14, 15, 2) Smith 81, Baratta 88, afirman que la co-contracción de los antagonistas es muy común particularmente cuando la contracción de los agonistas es muy intensa y/o rápida y cuando la tarea requiere precisión o cuando un sujeto no esta entrenado para una tarea (Person, 58).

La co-contracción de los antagonistas parecería ser contraproducente, particularmente en una tarea de fuerza, porque el torque opuesto desarrollado por

los antagonistas descendería el torque neto en la dirección necesaria. Por ej: en la extensión máxima de la rodilla los antagonistas flexores generarían un torque igual al 10 % del total del torque extensor (Baratta, 88). Hay evidencia que la co-contracción de los antagonistas podría deteriorar, por inhibición recíproca, la habilidad de activar completamente los agonistas (Tyler, 86).

Cual sería entonces la función de la co-contracción de los antagonistas? En contracciones fuertes asistirían a los ligamentos en el mantenimiento de la estabilidad articular (Baratta, 88) y también podrían ser parte de la coordinación de un movimiento por ej: el bíceps es agonista en la supinación del antebrazo. Sin embargo el bíceps también actúa en la flexión del codo. Para prevenir la flexión indeseada del codo el tríceps (antagonista) debe ser activado para neutralizar el torque de flexión (Zuylen, 88, Jongen, 89).

En un estudio de corte transversal (Osterning, 86, Sale, 88) en "velocistas" y "fondistas" el grado de co-contracción en los músculos isquiosurales fue mayor en los primeros cuando realizaban extensión de rodilla a altas velocidades en dinamómetro isocinético.

La co-contracción de los antagonistas es inminente en los movimientos balísticos (Corcos, 89) donde se necesita estabilización, precisión y los mecanismos de frenado. Finalmente el aparente detrimento inhibitorio de los agonistas por la co-contracción de los antagonistas puede ser un mecanismo de protección en las actividades fuertes y veloces (Tyler, 86).

### **El uso de los test funcionales**

La simple observación del desarrollo de cualquier modalidad deportiva (principalmente de tipo acíclica) nos muestra la variedad e importancia que tiene la capacidad de salto en el juego.

La eficacia del mismo depende del grado de desarrollo de los siguientes parámetros:

Numerosos autores han encontrado una fuerte correlación entre la valoración de la fuerza muscular y los test de saltabilidad (16, 17) sin embargo existen la misma cantidad de autores que no han encontrado correlaciones estadísticamente significativas. (18, 19)

Tener niveles de fuerza "óptimos" en un ejercicio de cadena cinemática abierta (camilla de cuádriceps) garantiza "óptima" performance en la batería de los test de saltos? Según la literatura, la respuesta a este interrogante es un tanto contradictoria.

Delitto y col. reportaron baja correlación entre el pico de torque concéntrico y excéntrico de los músculos cuádriceps y el rendimiento en los test de salto hacia adelante a una pierna y salto vertical a una pierna, en sujetos luego una reconstrucción del LCA.

Un problema inherente a estos estudios es por un lado el uso de cadenas cinemáticas abiertas, bajas velocidades, valoración de la fuerza en un único plano de movimiento, comparadas por otro lado con cadenas cinemáticas cerradas, altas velocidades que requieren de diversos grupos musculares agonistas y sinergistas, un alto nivel propioceptivo en todos los tres planos de movimiento. Los test funcionales no solo valoran la fuerza, sino otros factores que contribuyen al resultado, tales como el dolor, el edema, la integridad de los ligamentos,

flexibilidad, coordinación, agilidad, potencia y propiocepción, funciones estrictamente neuromusculares.

Es importante resaltar que el *entrenamiento de la saltabilidad* abarca la última fase de la rehabilitación, fase que da inicio a las evaluaciones de carácter "comparativo" con el miembro no afectado o sano. Dicho entrenamiento encierra no sólo altos niveles de potencia muscular y de stress articular (fundamentalmente los saltos en caída o Drop Jump), sino también grandes ajustes propioceptivos (Esper, 2001). La progresión (Masse, 2001) del entrenamiento incluye:

- 1- Saltos en el lugar (Squat Jump o SJ, Counter Movement Jump o CMJ, Avalakov)
- 2- Saltos al plinto (20cm.) con una pierna y cayendo con dos
- 3- Saltos en altura en escalera
- 4- Saltos sobre obstáculos
- 5- Idem 1-2-3 hacia los laterales, adelante-atrás, lado a lado
- 6- Drop Jump excéntrico
- 7- Drop Jump al plinto
- 8- Saltos con peso

En lo que respecta a la batería de test, existe alguna controversia de cuales deben utilizarse para valorar las deficiencias funcionales en miembros afectados. (5, 11, 12, 16, 17, 18, 19)

Barber y col. (10) condujeron un estudio para evaluar la habilidad de cuatro test para valorar las deficiencias funcionales en una población con LCA deficiente. Los tests fueron: Salto horizontal a una pierna, salto vertical a una pierna, salto a una pierna por distancia, y el test "Shuttle Run" (test de ida y vuelta sobre la distancia de 10 metros), "girando" hacia un lado y luego repetirlo "girando" hacia el otro. Ellos utilizaron un score del 85% en el valor simétrico como criterio de simetría normal entre miembros. Los resultados mostraron que en todos los tests había diferencias significativas, entre el grupo estudiado y el grupo control, no así en el test de salto vertical a una pierna, en donde tanto el grupo "deficiente" como el grupo control evidenciaron valores simétricos por debajo del 85%. Por esta razón los autores no recomiendan el uso de dicho test para la valoración de deficiencias funcionales. Otros autores como Lephart concluyeron lo mismo. Por otro lado, Noyes y col. (5, 11) recomiendan el uso de los tests salto horizontal a una pierna, salto a una pierna por tiempo, y el salto triple a una pierna como los mejores indicadores de deficiencias funcionales de la articulación de la rodilla. El "Comité Internacional de Documentación sobre Rodilla" (International Knee Documentation Committee's) ha incluido recientemente el salto a una pierna horizontal en el sistema de valoración de la rodilla sintomática. (20)

En la valoración de la saltabilidad, la literatura sitúa como **deseable** alcanzar el 90% de la pierna contralateral en la comparación entre ambas miembros, afectado y no afectado.

Barber, Noyes y Mangine (11), denominaron a esta diferencia como valor simétrico (symmetry value), siendo el valor simétrico =  $\frac{\text{Score del miembro involucrado}}{\text{Score del miembro no involucrado}} \times 100$ .

**Foto 2:**



**La foto muestra a un deportista "recreativo" en la última fase de la rehabilitación del LCA en la evaluación del salto tipo CMJ a una pierna en TUTOR: Centro de Salud, Entrenamiento y Recreación.**

Datos del CMJ a una pierna en 13 varones normales (expresado en cm.)

23	16	70
25	22	88
26	28	93
30	29	97
31	26	84
23	24	96
23	20	87
24	22	92
24	25	96
14	10	71
22	25	88
24	19	79
23	22	96
<b>Izquierda</b>	<b>Derecha</b>	<b>Valor simétrico</b>

Datos del test de contramovimiento (CMJ) a una pierna en una pedana Ergo Jump del tipo de Bosco. El valor simétrico menor a 90 aparece coloreado con amarillo. Año 2001. Gimnasio Athlon. La Plata, BA. Argentina.

Los datos evidencian asimetrías en sujetos normales y sin lesión en la articulación de la rodilla, coincidiendo con lo publicado por Noyes (5) y en su recomendación de dicho test en la valoración de deficiencias funcionales. La pedana Ergo Jump se utiliza bastante para valorar la capacidad de salto a dos piernas en deportistas, ya que permite realizar diversas pruebas en función de la modalidad de salto que se pretende estudiar (Squat Jump, Counter Movement Jump con u sin carga, Drop Jump, saltos continuos) (20). Sin embargo, para el salto a una sola pierna no existen valores de referencia y solamente existen pocos estudios que utilicen este sistema de valoración en las lesiones del LCA. (22, 23)

Por último, el Instituto de Medicina del Deporte de New Orleans (*Tulane Institute of Sports Medicine*) (11) establece hasta un 10% de diferencia tolerable entre ambos miembros en los resultados de los tests de saltabilidad:

- 1- Salto triple a una pierna. Se evalúa la distancia alcanzada.
- 2- Salto a una pierna hacia delante en una distancia de 6 mts. Se evalúa el tiempo en cubrir la distancia.
- 3- Salto vertical a una pierna durante 30seg. Se evalúa la cantidad de repeticiones realizadas.
- 4- Salto a una pierna lateral durante 30 seg. Se evalúa la cantidad de repeticiones realizadas.

## **DISCUSIÓN**

En cuanto al salto vertical, su utilidad en la valoración funcional de la rodilla varia bastante según los diferentes estudios. Autores como Anderson y col. (18) y Delito y col. (2), estudiando sujetos sanos y con lesión del LCA respectivamente, no encontraron correlación con la fuerza isocinetica, y según Noyes y col. (3) el salto vertical no tiene correlación con la capacidad funcional. Sin embargo, Wiklander y

Lysholm (16) estudiando sujetos sanos y Petschnig y col. (21) en pacientes intervenidos de ruptura de LCA, obtuvieron una correlación significativa. El estudio de Petschnig (22, 23) es el único que estudia pacientes intervenidos por lesión del LCA con una plataforma de medición del tipo de Bosco, utilizando un test de salto vertical durante 10 segundos. Según estos autores, la prueba tiene buena reproducibilidad, es sensible para detectar limitaciones funcionales incluso después de un año de la cirugía y se puede utilizar la extremidad contralateral como control siempre y cuando no presente déficit previos, independientemente si es la dominante o no. (22)

La correlación entre la fuerza de extensión de rodilla y el salto no indica obviamente que las dos pruebas estén midiendo lo mismo. En la primera se mide la fuerza del cuádriceps durante la extensión libre de la rodilla, es decir en cadena cinemática abierta, mientras que el salto es una actividad de cadena cinemática cerrada. (23) Además al saltar intervienen otros músculos como los flexores plantares del tobillo y los extensores de cadera y del tronco. Con respecto a la fuerza de flexión, los estudios no encuentran correlación con la capacidad de salto. (16, 25, 26)

Según varios autores para medir la función sería más útil determinar otras variables como la fuerza excéntrica o la velocidad de contracción de los IS. (22,23, 27).

## **CONCLUSIONES**

Entre los criterios de retorno a la actividad deportiva, se presenta como determinante el equilibrio muscular entre el miembro sano y el lesionado. Para esto no solo debe valorarse la fuerza máxima dinámica, sino que también es esencial la valoración de la fuerza rápida y la fuerza máxima excéntrica, especialmente en el grupo de los IS. Para esto es necesario disponer de dispositivos (tipo Ergo Power o Real Power de Bosco) o aparatos de evaluación mas costosos (evaluación isocinética) que facilitan la medición de variables como potencia y velocidad de ejecución, además de valorar correctamente la fuerza excéntrica.

El entrenamiento de la fuerza máxima en la rehabilitación de un deportista es de vital importancia. Esta claramente documentado que para que un músculo agonista produzca gran cantidad de fuerza todas las unidades motoras deben ser activadas. Algunas unidades motoras llamadas de alto umbral son reclutadas solo cuando la persona realiza un esfuerzo voluntario máximo. En muchos movimientos deportivos solo una fracción de seg. se dispone para desarrollar la mayor fuerza posible, para esto es necesario *altos niveles de fuerza rápida* y no tanto de fuerza máxima (mejora de la curva fuerza-tiempo). Además las respuestas reflejas preventoras de lesiones son dependientes de altos niveles de fuerza rápida. (Alurralde, 2001).

Valorar la funcionalidad y velocidad de movimientos es necesario por medio de los test de saltabilidad: salto horizontal, salto triple, salto por distancia, y saltos por tiempo en 30seg. Sería interesante, no obstante, estandarizar las condiciones concretas del salto vertical a una pierna y correlacionarlo con otras pruebas funcionales de salto horizontal con mayor sustento científico. Creemos que el salto en caída (Drop Jump) a una pierna y su comparación con la contralateral es de gran utilidad en la valoración de la potencia, nivel propioceptivo y estabilidad general de la articulación.

Es fundamental aproximar los ejercicios y test de saltos a la mecánica que demanda la modalidad deportiva.

En ocasiones es importante ejecutar y evaluar los saltos en la situación "energética" en que estos se desarrollan.

En esta fase final del proceso de rehabilitación, las *cargas de trabajo* deben ser adaptadas a las exigencias del deporte en cuestión y al momento del macrociclo en que se encuentra el deportista.

De las valoraciones realizadas hasta el momento y relacionadas con algunos test funcionales (datos sin publicar) creemos que el "cociente funcional" (CDc/ISe) de 1: 1 podría estar asociado a una menor incidencia en lesiones deportivas y a un incremento en gestos deportivos de carácter explosivo balísticos, por ej. desplazamientos en sprint en todas las direcciones, acciones de frenar y arrancar, diferentes tipos de saltos.

La valoración de la pierna derecha e izquierda en la frecuencia (velocidad de movimientos) y fatiga en el skipping evaluado en una alfombra de contactos (Axon Jump) podrían ser evaluaciones de carácter comparativo útiles en la progresión funcional y retorno al deporte.

Se necesitan nuevas investigaciones que puedan establecer relaciones *óptimas* de fuerza entre grupos musculares agonistas y antagonistas (CD/IS) en su comparación de fuerza concéntrica versus fuerza excéntrica, asociadas a un menor riesgo de lesión y un incremento en el rendimiento deportivo, particularmente en los movimientos explosivo balísticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Prentice, W.E. (1999): *Técnicas de Rehabilitación en la Medicina Deportiva*. Cap. 12. Ed. Paidotribo, 2º Ed., Barcelona.
- 2- Renstrom, P. Clinical Practice of Sports Injury Prevention and Care. Cap. 3, 8, 12. Blackwell Scientific Publications, 1994.
- 3- Ekstrand, J. (1989b). Reconstruction of the anterior cruciate ligament in soccer players. J Sci. Football 2, 19-27
- 4- Anderson, M, Foreman, T. Return to competition: Functional Rehabilitation. Cap. 13 Physiology Rehabilitation.
- 5- Noyes F, Barber S, Mangine R, Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. Am J Sports Med 1991; 19:513-8
- 6- Greenberger H, Paterno M. relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. J Orthop Sports Phy Ther 1995; 22:202-6.
- 7- Renstrom P, Kannus P. Prevención de las lesiones en los atletas de resistencia. Cap 32. Resistencia en el deporte. Paidotribo, 1992.
- 8- Safran M, Seaber A, & Garnett W (1989). Warm-up and muscular injury prevention. An update. Sports Med. 8 (4), 239-249
- 9- Kulund D, McCue III, Rocwell D, & Gieck J. (1979). Tennis injuries: Prevention and treatment, a review. Am J Sports Med. 7,249-53
- 10- Dr. Iván Román Suarez. MEGAFUERZA. Fuerza para todos los deportes: La razón para triunfar. Ed. Lyoc.
- 11- Barber; Noyes; Mangine. Rehabilitation after ACL reconstruction: function testing. Orthopedics 1992); 15:969-974

**12-** Tulane Institute Sport Medicine.<http://www.mcl.tulane.edu/departments/orthopaedics/sportsmed/default.html>. New Orleans. Director: Phil Page: [ppage@mailhost.tcs.tulane.edu](mailto:ppage@mailhost.tcs.tulane.edu)

- 13-** Komi, P.V. (1992): *Strength and Power in Sports*, Blackwell Science Editorial, London.
- 14-** Sobel J, (1986). Shoulder rehabilitation: rotator cuff tendonitis, strength training and return to play. In F. A. Pettrone (ed) Symposium on Upper Extremity Injuries in Athletes, pp. 348-47
- 15-** Popescue, M. (1974). Weight training and the velocity of a baseball. *Athletic J.* 55, 105-6
- 16-** Wiklander J, Lysholm J. Simple test for surveying muscle strength and muscle stiffness in sport men. *Int J Sports Med* 1987; 8:50-4
- 17-** Hakkinen K. Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscle in males and females basketball players. *J Sport Med Phys Fit.* 1991; 31:325-331.
- 18-** Anderson MA, Gleck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt, R, Denegar C. The relationship among isometric, isotonic and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *J Orthop Sports Phy Ther* 1991; 14: 114-20.
- 19-** Smith LE: Relationship between explosive leg strength and performance in the vertical jump. *Res Q* 1961; 32: 405-408
- 20-** Miller R, Carr A. Rodilla. En: Pynset P, Fairbank J, Carr A, eds. *Medición de los resultados en ortopedia*. Barcelona: Masson; 1996. p. 270-1.
- 21-** Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo; 1994
- 22-** Petschnig R, Baron R, Albrecht M. 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* 1998; 28:23-31
- 23-** Escamilla R.F., Glenn S.F., Barrentine K.E., Willk K.E., Andrews J.R. (Abstract, 1998): Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol 30, Nº4, pp 556-569, 1998. (Abstract).
- 24-** Petschnig R, Baron R. Assessment of quadriceps strength and functional limitation determined by hop tests for distance and a newly designed vertical jump test after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Phys Med Rehab* 1997; 7:81-6
- 25-** Wilk E, Romaniello W, Soscia S, Arrigo C, Andrews J. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed Knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20: 60-73
- 26-** Tegner Y, Lysholm J, Lysholm M, Gillquist J. A performance test to monitor rehabilitation and evaluate anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 1986; 14:156-9.
- 27-** Lephart SM, Kocher MS, Harner CD, Fu FH. Quadriceps strength and functional capacity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1993; 21: 738-43.

