

La periodización y la planificación de  
La rehabilitación del ligamento cruzado anterior.

Dr. Vicente Paús (\*)  
Andrés Eduardo Esper (\*\*)

(\*)Médico esp. en traumatología del deporte

(\*\*)Profesor de educación física.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es mostrar el protocolo de rehabilitación que utilizamos en pacientes operados con una plástica intra y extraarticular tipo Mac Intosh-Marshall con una trenza de polipropileno (desde 1987-1998) en el tratamiento de las laxitudes crónicas de rodilla, y en los últimos dos años con la técnica de Morgan con una sola incisión por vía artroscópica.

La meta de la rehabilitación es devolver al paciente al mismo nivel de competencia que presentaba antes de la lesión. Debido a que gran parte de la recuperación consiste en estimular y entrenar las diferentes capacidades físicas y coordinativas, es que nosotros planificamos la rehabilitación del ligamento cruzado anterior de la misma forma en que planificamos un entrenamiento. Dicha planificación se sustenta en fundamentos histológicos, biomecánicos, metodológicos y teórico-práctico del entrenamiento deportivo.

En el pre-operatorio, nos planteamos que el paciente llegue a la cirugía física y psicológicamente bien preparado. En el posoperatorio, buscamos la extensión activa desde el primer momento, y llegamos a la flexión entre la 6<sup>o</sup> y la 8<sup>o</sup> semanas. A partir de la 11<sup>o</sup> semana el paciente pedalea y trata. La práctica de los deportes sin contacto físico comienza en el 5<sup>o</sup> mes, y con contacto, a partir del 6<sup>o</sup> mes. Estos tiempos pueden sufrir algunas variaciones en función de la evolución de cada paciente en particular.

## Introducción

La rehabilitación del ligamento cruzado anterior (L.C.A) ofrece numerosos interrogantes, los cuales surgen de las discrepancias entre los diferentes protocolos propuestos por los autores especializados y los resultados de las diferentes investigaciones llevadas a cabo en los centros más avanzados del mundo. Entre estas preguntas que aparecen sin respuesta contundente, encontramos el manejo de los tiempos y en las cargas de trabajo a lo largo de

todo el proceso de recuperación. Creemos que estas dos variables son fundamentales a la hora de planificar la rehabilitación del L.C.A.

Nosotros hemos diseñado un primer protocolo de rehabilitación en 1995 que contempla cuidadosamente el ordenamiento metodológico de las diferentes ejercitaciones, y el cual hemos ido adaptando a los cambios de las diferentes técnicas que hemos ido utilizando en los últimos doce años. Esto significa, que tiene en cuenta los tiempos, los volúmenes y las intensidades que deben emplearse. El manejo de estas variables se sustenta en fundamentos histológicos, biomecánicos, metodológicos y teórico-prácticos del entrenamiento deportivo.

Teniendo en cuenta que gran parte de la rehabilitación consiste en estimular y entrenar las diferentes capacidades físicas y coordinativas, es que nosotros planificamos la rehabilitación del L.C.A de la misma forma en que planificamos un entrenamiento deportivo. Esta metodología es la que mejor nos permite periodizar los volúmenes y las intensidades de trabajo. Debemos resalta que este manejo de las cargas es para nosotros de una prioridad absoluta y que ya lo hemos tratado con anterioridad. Esto se debe a que si las mismas son insuficientes, el paciente no mejorara; si son exageradas, empeora; y sólo si son óptimas, el paciente progresa.

En este punto es preciso mencionar, que los diferentes protocolos de rehabilitación suelen contemplar el cómo y el cuándo, pero no el cuánto. Es decir, que no se encuentra bibliografía específica que trate la planificación y la periodización de las cargas. Creemos que la no interpretación de esto, conduce fácilmente a subvaluar o a sobrevaluar las cargas de trabajo; con lo cual arribaremos a resultados malos, regulares, o a lo sumo, buenos. Mientras que, si logramos manejar correctamente el cómo, el cuándo, y el cuánto, los resultados serán máximos.

#### Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica que utilizamos desde 1987 es una plástica intra y extraarticular tipo Mac Intosh-Marshall con una trenza de polipropileno. Esta operación combina una técnica pasiva del L.C.A, gesto que nos parece totalmente indispensable en este tipo de laxitud, y la plástica externa “antiresalto” (anti pivot shift).

Precisaremos algunos puntos de la misma:

- El trasplante comporta el tercio medio del tendón rotuliano, sobretodo las fibras pre-rotulianas y el tercio central del tendón cuadriceps (longitud del injerto: 18 cm).
- Las longitudes del Kennedy L.A.D. más utilizados por nosotros son de 15 y de 16 cm. lo fijamos muy a menudo por dos surjets lateral de hilo de reabsorción lenta al trasplante.

- El conjunto es pasado primero por un túnel tibial, y luego por un túnel transcondíleo femoral.
- Finalmente se trenza y se fija al tubérculo de Gerdy.

Con respecto al Kennedy L.A.D; diremos que presenta una excelente tolerancia, y gran solidez inmediata y tardía. Por otra parte, debido a la diferencia de rigidez entre el trasplante y el ligamento sintético, la carga podría repartirse entre ambos, permitiendo al autoinjerto regenerarse sin cargas o lo menos posible (cerca del 1/5 de la carga global), lo que permite que en la etapa de regeneración el autoinjerto aumente su rigidez y así vea aumentada su carga hasta llegar a la totalidad de la misma en el mes 18 aproximadamente.

Actualmente estamos utilizando la técnica de Morgan, mono túnel, por vía artroscópica con una sola incisión fijada con tornillos interferenciales no reabsorbibles.

Terminología básica utilizada en el entrenamiento deportivo.

Nosotros pensamos que podemos ver y planificar la rehabilitación de la misma forma en que vemos y planificamos un entrenamiento deportivo, debido a que el desarrollo de las capacidades de fuerza, resistencia, velocidad, coordinación, etc; se halla subordinado a los mismos principios pedagógicos y metodológicos del entrenamiento, tanto en un sujeto lesionado como en uno sano. Por lo tanto, y como vamos a hablar de la periodización de dichas cargas, deberemos refrescar algunos conceptos:

- Entrenamiento: Según Harre, D. El entrenamiento deportivo es el proceso basado en los principios científicos, especialmente pedagógicos, del perfeccionamiento deportivo, el cual tiene como objetivo conducir a los deportistas hasta lograr máximos rendimientos en un deporte o disciplina deportiva, cuando planificada y sistemáticamente sobre la capacidad de rendimiento y la disposición para éste.
- Macro ciclo: período del tiempo que oscila entre 3 y 12 meses. Abarca un período competitivo o de mantenimiento de la forma; y uno final de transición o de pérdida de la forma deportiva.
- Período: es un espacio de tiempo que abarca varios mesociclos que presentan un objetivo en particular (incremento, mantenimiento de la forma deportiva).
- Mesociclo: es un espacio de tiempo que varía entre 3 y 6 semanas y posee un objetivo en particular. Durante los mesociclos se produce una variación ondulatorias de las cargas del entrenamiento referidos a los componentes técnicos, tácticos y físicos.

- Microciclo: abarca varias sesiones de entrenamiento donde se conduce a la carga dentro de cortos periodos de tiempo (3 a 7 días). Por razones prácticas, generalmente duran una semana.
- Sesión de entrenamiento: es la estructura más pequeña dentro de la planificación deportiva, y significa la realización de la práctica del entrenamiento.

Otro punto muy importante es el de la adaptación y la supercompensación, como producto del ejercicio físico. Debemos preguntarnos porque un sujeto mejora sus cualidades físicas y psíquicas en el proceso del entrenamiento. La explicación a esto, genéricamente, es bastante sencilla. Un individuo se encuentra en un estado de equilibrio llamado homeostasis, el cual se rompe como producto de la aplicación de una carga de entrenamiento.

Es en estos momentos cuando se encuentra desequilibrado, pudiéndose constatar este proceso de fatiga por medio de diferentes variables: aumento de la frecuencia cardíaca, hiperventilación, depleción de las reservas glucogénicas, acumulación de metabolitos de deshecho, etc. El resultado de este proceso es la adaptación. Podemos decir que, como el organismo ya no quiere sufrir el mismo stress ante la aplicación de un futuro estímulo, se adapta incrementando las reservas glucogénicas, reclutando a mayor cantidad de fibras musculares para trabajar, etc. Esto trae aparejado que uno se encuentra supercompensado y en mejores condiciones para realizar un esfuerzo físico. Es importante recalcar que la curva de la supercompensación sube, luego hace una meseta y luego baja; por lo cual, si queremos obtener los mejores beneficios, debemos entrenar siempre que la curva este alta.

Estas curvas deben ser trasladadas al microciclo y al mesociclo, para entender que las cargas deben llevar un caracter ondulante. En este ultimo se realizan tres semanas de las cuales las cargas se incrementan, y una cuarta semana en la que el individuo se recupera de todo el trabajo anterior realizado un entrenamiento de menor intensidad.

Es esta cuarta semana, en la cual voy a recompensar y obtener los mejores resultados deportivos.

Actividades que componen a la rehabilitación del L.C.A.

- La movilidad. Entendiendo por ella el logro de la completa extensión y flexión de la rodilla.
- La marcha. La cual deberá ser normal (sin rengueras, oscilaciones pélvicas, con una normal flexo-extensión de la rodilla, etc.)

- El entrenamiento de la fuerza. El cual buscará restablecer los volúmenes normales de masa muscular y los niveles de fuerza.
- El entrenamiento de la sensibilidad propioceptiva. El cual le otorgara al paciente una perfecta coordinación –producto de una óptima regulación muscular- en cada una de los diferentes movimientos que realice.
- El entrenamiento del sistema aeróbico. El cual debe mejorar tanto como la capacidad y la potencia de dicho sistema.
- El entrenamiento de los sistemas anaeróbicos alactácidos y lactácidos. Para mejorar la capacidad y la potencia de ambos sistemas.
- El entrenamiento de la saltabilidad. El cual encierra complejos ajustes propioceptivos y elevados niveles de fuerza y potencia tanto en el despegue como en la caída.
- Los deportes. Objeto final de la rehabilitación.
- Los tests de control. Que permiten chequear las mejorías físicas y coordinativas.

Lectura del cuadro “rehabilitación del L.C.A”

El presente trabajo contiene un cuadro donde se encuentra la planificación que proponemos para llevar a cabo la rehabilitación del L.C.A. Si lo lee de izquierda a derecha, vera todos los trabajos y/o las variaciones de las cargas, a medida que transcurre el tiempo. Por otra parte, si lo lee de arriba hacia abajo, vera todas las actividades que serán utilizadas en una semana en particular. Le aconsejamos que lo tenga a mano mientras sigue leyendo este trabajo.

La periodización y la planificación de la rehabilitación.

Nosotros dividimos la rehabilitación en dos macrociclos, uno pre-operatorio y otro posoperatorio. Ambos, a su vez, están divididos en diferentes periodos de entrenamiento.

Macro ciclo preoperatorio

Periodo preparatorio general.

Periodo preparatorio específico.

Todos los trabajos que se realicen en este macrociclo pre-operatorio tiene como objetivo conducir al paciente a la cirugía en óptimas condiciones para afrontar la rehabilitación subsiguiente. Estos trabajos se prolongan por un espacio no menor a las 2 o 3 semanas, en caso que el paciente haya estado entrenando hasta el momento de la lesión; o hasta 8 semanas o más en el caso de pacientes con laxitudes crónicas que no tienen presiones para una muy rápida vuelta a la competencia, o que, debido a la lesión, hayan interrumpido sus entrenamientos por un largo tiempo.

Compartimos los objetivos que propone Brotzman SB para este macrociclo preoperatorio.

- Disminuir la hidroartrosis.
- Recuperar la movilidad completa.
- Fortalecer los músculos cuádriceps y isquiosurales.
- Recuperar la marcha normal.

Es generalizado el consenso entre los autores en cuanto a que la frecuencia de las alteraciones de la movilidad es más alta cuando la reconstrucción se realiza en la fase aguda en comparación cuando se la practica en inestabilidad crónicas. Saragaglia D. Y cols; sostienen que la lesión inicial incrementada por el trauma que produce la cirugía en un paciente no acondicionado correctamente, son los principales factores que afecta la movilidad en el posoperatorio. Fithian D.C y cols. Recomiendan esperar hasta que se recupere el arco completo de la movilidad articular de la rodilla antes de reconstruir el L.C.A. Shelbourne K.D. y Patel D. manifiestan que en la fase aguda de la lesión, la rodilla presenta hemartrosis y restricción del rango de movimiento. Retrasar la cirugía hasta tanto la inflamación cese y se obtenga la movilidad completa (incluso la hiper- extensión) en el preoperatorio, permite al paciente obtener la movilidad completa (especialmente la extensión) en el posoperatorio sin la necesidad de frecuentes visitas al fisiatra. Incluso, el logro de un buen control de la pierna y fuerza en el cuádriceps en el pre-operatorio, es importante para un normal posoperatorio.

Si recibimos al paciente en la fase aguda, hacemos hincapié en la movilidad, las ejercitaciones propioceptivas, la marcha, y el control isométrico del cuádriceps; para posteriormente comenzar con el entrenamiento de la fuerza y de sistema aeróbico. Mientras

que si recibimos al paciente con una inestabilidad crónica y presenta rangos normales de movilidad, buena marcha y buen control isométrico comenzamos inmediatamente con las ejercitaciones de fuerza y aeróbicas.

En el entrenamiento de la fuerza, nos tomamos 4 semanas para la adaptación anatómica, y otras 4 para elevar substancialmente las cargas buscando mayores niveles de fuerza hipertrofia. Las ejercitaciones aeróbicas, comienzan con el ciclismo, para luego incorporar la carrera pedestre sobre terreno llano y parejo, una vez que el paciente siente la rodilla más estable. Las ejercitaciones propioceptivas consisten en la práctica del equilibrio estático y sobre la balanza de Freeman, para luego dar paso a la marcha y al trote con variaciones de desplazamientos.

Los sistemas energéticos anaeróbicos y la saltabilidad, son entrenados en el periodo preparatorio específico fundamentalmente con el fin de instruir al paciente en los futuros trabajos que realizara en el posoperatorio.

Este macrociclo pre-operatorio culmina cuando el paciente se encuentra física y psíquicamente preparado para afrontar el macrociclo posoperatorio. En ese momento, testeamos la fuerza máxima en los diversos ejercicios que realizó (extensiones de piernas, flexiones de piernas, sentadilla de 1 pierna, press de pierna a 90°). Estos tests los realizamos con ambas piernas por separado, y sus resultados los usaremos como parámetros para medir la evolución y los resultados finales de la fuerza en el posoperatorio.

Es necesario destacar, la enorme importancia que tiene que el paciente arribe a la cirugía no solo físicamente bien preparado, sino en optimas condiciones psíquicas. Esto significa, que el paciente debe saber que lo que lo que espera es muy arduo y doloroso, y que de su dedicación depende gran parte el éxito de la rehabilitación. Debe entender que la cirugía por sí misma no lo es todo, y que el resultado final lo comparten en partes iguales tanto la intervención quirúrgica como la rehabilitación. Charlas entre el paciente que se va operar con otro que ya se encuentra en un esadio avanzado de su recuperación, son de suma importancia.

Macrociclo postoperatorio.

Período preparatorio general.

Los primeros objetivos que nos planteamos desde el momento mismo en que el paciente despierta de anestesia, son:

Buen control isométrico del cuádriceps.

Extensión activa completa.

Movilidad activa y pasiva completa.

Marcha asistida con muletas de apoyo ( 2 semanas)

Esta ampliamente demostrado que una rehabilitación agresiva que trabaje la movilidad desde los primeros momentos le devuelve al paciente mejores y más rápidos niveles de extensión y de flexión que una rehabilitación conservadora sin traer aparejado, al mismo tiempo, ningún síntoma patológico en la articulación. En este sentido, nosotros buscamos la extensión activa y pasiva completa y la flexión desde el primer momento.

Utilizamos la movilización pasiva continua desde el 2 día, la cual presenta las siguientes ventajas: disminución de los efectos de la inmovilización al intensificar la reabsorción de los hemartros; disminución de las adherencias, dolor, tromboflebitis y atrofia muscular; y mejora la nutrición del cartílago, rango de movilidad y orientación y resistencia del colágeno.

Le pedimos al paciente que se aplique hielo sobre la rodilla 4 veces por día durante 20 minutos cada vez, desde el primer día hasta que la rodilla no presente ni hidroartrosis ni dolor, lo cual puede ocurrir a los tres meses o más tarde. Los beneficios de la crioterapia son el aumento de la vasoconstricción local, lo cual redundará en una disminución del flujo sanguíneo, del edema, y de la hemorragia. Los efectos analgésicos se traducen en la disminución de la velocidad de conducción nerviosa y en la reducción del espasmo muscular.

Para lograr la extensión, el paciente realiza 10 contracciones isométricas por hora para el cuádriceps con la pierna en 0 grado o en hiper-extensión. El uso prematuro de contracciones isométricas aumenta el control neuromuscular del cuádriceps y reduce el riesgo de que el cuádriceps pierda la capacidad de generar contracción. Al mismo tiempo ayuda en la reabsorción del líquido intra-articular y permite una movilización superior de la rótula evitando la actitud en flexión de la rodilla. También realiza 3 series de 10 repeticiones 4 veces por día, de extensión de rodilla en forma activa de 90° a 0°. A todo esto, se le suman ejercicios de elongación de los músculos isquiosirales para evitar la retracción de los mismos. Nosotros le pedimos que tengan la rodilla en extensión en todo momento que estén parados y al caminar. Es necesario destacar, que nosotros no limitamos la extensión activa en ningún momento, lo cual hacen algunos autores. Esta metodología no nos ha traído ningún tipo de inconvenientes, y coincide con las opiniones vertidas por Shelbourne K.D y cols. en varios trabajos.

Para lograr la flexión, el paciente dobla la rodilla tanto en forma activa como pasiva, cuatro veces por día durante 10 minutos cada vez. Le pedimos que no pase los 90° hasta el 21er día posoperatorio, para luego no ponerle ninguna restricción y forzársela con mayor intensidad tanto en la pileta como en la tierra. El objetivo es que alcance la flexión completa entre la 6° y la 8° semana.

La marcha es permitida a las 48 horas de la cirugía (cuando se retiran los drenajes). La misma comienza con el empleo de dos muletas, para pasar en la segunda semana a una sola muleta, y en la tercera, el paciente comenzara a caminar sin ningún tipo de ayuda. Es necesario destacar, que el paciente camina en todo momento con la rodilla en extensión y sin usar ningún tipo de rodillera.

El entrenamiento de la fuerza comienza desde el primer día con las ejercitaciones isométricas y de extensión de rodilla ya mencionadas. A partir de la segunda semana, la extensión de rodilla se realizará con una carga de 1 kg, colocado proximalmente. En la tercera semana, el paciente comenzará a trabajar en decúbito ventral sin carga flexión activa de rodilla 4 veces por día. 3 series de 10 repeticiones, y aducción-abducción de la cadera. A partir de la 3ª semana, el paciente incrementará la carga para el cuádriceps a 2 kg. Una semana más tarde seguirá trabajando con 2 kg en el cuádriceps y aumentará a 1 kg. La carga en el resto de los ejercicios. El progresivo aumento de los pesos puede verse en el cuadro “rehabilitación del L.C.A. (operado)”.

A partir de la 9ª semana entrenamos a la fuerza con mayor exigencia en cuanto al volumen (=número de repeticiones), e intensidad (= % de la fuerza máxima). Prestamos mucha atención a la aparición de dolores fémoro patelares. Dos semanas más tarde, en la fase de hipertrofia, se agregarán la sentadilla a 1 pierna, el press de piernas a 90°, y posteriormente las estocadas; dejando de realizarse paulatinamente las aducciones y abducciones de la cadera. Nosotros utilizamos a la sentadillas, el press de la pierna a 90°, y las estocadas, debido a que han demostrado ser los ejercicios que han demostrado ser los ejercicios que más nos han ayudado a aumentar la fuerza y el volumen muscular. Por otra parte, logramos trabajar todos los grupos musculares del miembro inferior de una sola vez. Con esto, reducimos el tiempo de entrenamiento, y ejercitamos a los músculos tal cual lo harán tanto en la vida cotidiana como en la práctica deportiva, es decir, en forma sinérgica, no analítica.

Con respecto a los ejercicios de cadena cinemática cerrada (C.C.C.), como la sentadilla y el press de piernas a 90°, coincidimos con Brotzman en cuanto a que permiten la contracción y el incremento de la estabilidad a través del incremento de las cargas compresivas en la articulación. La contracción minimiza la traslación de la tibia sobre el fémur que ocurre con el incremento de las cargas compresivas, reduciéndose así las fuerzas de cizallamiento y de tensión en el L.C.A. debido a esta reducción en la tensión del L.C.A.; los ejercicios del C.C.C. pueden ser incorporados tempranamente en el programa de fortalecimiento de cuádriceps.

Además del desarrollo de la fuerza muscular, Brotzman sostiene que los ejercicios del C.C.C. optimizan la capacidad de re-educación propioceptiva de forma tal que estimulan la funcionalidad y la actividad deportiva relacionada. Debido a que los ejercicios del C.C.C. utilizan los movimientos naturales y los planes del cuerpo, todos los mecanismos propioceptivos son estimulados en cierto grado. El uso de movimientos en ciertos planos, aceleraciones, y desaceleraciones permite una forma más específica de rehabilitación. Estos ejercicios entran tanto a los músculos agonistas como a los antagonistas, enlazando la coordinación neuromuscular y la propiocepción requerida durante las actividades funcionales.

El periodo preparatorio general abarca dos fases, en cuanto al entrenamiento de la fuerza se refiere, una de Adaptación Anatómica, para adaptar al injerto, cápsulas articulares, ligamentos, tendones y músculos al trabajo de mayor intensidad que le seguirá; y otra fase de Hipertrofia donde la carga aumenta considerablemente viéndose grandes incrementos de fuerza, tono y volumen musculares. Los volúmenes e intensidades a emplear en cada mesociclo y microciclo se detallan en la tabla II.

Nosotros entrenamos a la fuerza 3 veces por semana preferentemente los días lunes, miércoles y viernes. La elección de estos días corresponde a que en ellos, la concentración de testosterona, están más elevadas que en el resto de los días, pudiendo el paciente

soportar mayores volúmenes de entrenamiento. Por otra parte, las sesiones no duran más de 90 minutos, debido a que la concentración de esta hormona aumenta al comenzar el trabajo de fuerza, llega a su pico de 45 minutos, para luego decrecer y esta al mismo nivel que el comienzo, a los 90 minutos de trabajo. Esto nos indica dos cosas: primero, que sesiones de entrenamiento de la fuerza mayores a una hora y media, no son tan efectivas como las que no superan ese tiempo; y segundo, que los ejercicios más importantes deben ubicarse en el medio de la sesión.

Comenzamos con el entrenamiento de la sensibilidad propioceptiva en la 5° semana o antes mediante ejercitaciones que aumenta tanto el equilibrio estático como el dinámico sobre la balanza de Freeman, y por medio de variaciones de la marcha (hacia atrás, zigzag, puntas de pie, etc). Estos tiempos son similares a los que propone Sandy B. Ganz. Hacemos hincapié en los trabajos de equilibrio debido a que este esfuerzo muscular realizado por el cuerpo contra la gravedad o de otras fuerzas exteriores durante la bipedestación o la marcha dependa por completo de la capacidad del cuerpo para integrar la propiosepción, la cinestesia y el control muscular. Para conseguir una locomoción eficaz y eficiente es necesario el equilibrio postural. Es necesario destacar que, según Barrack R.L. y cols el proceso de ligamentización parase dirigirse tanto a los elementos neurales como a la maduración del tejido fibroso del injerto. Esto implica que el camino entre el L.C.A y el sistema nervioso central es restablecido y que el injerto, por lo tanto, tiene el potencial para proveer el imput sensitivo. Una reconstrucción satisfactoria puede restablecer tanto el feedback de los mecanorreceptores como estabilizar la rodilla. Una vez que el equilibrio y la marcha son buenos, comenzamos con la fase de pre-trote, la cual consiste en intercalar tramos de distintos tipos desplazamientos al trote( zigzag, hacia atrás, repiqueteos, skipping, etc...) con tramos de marcha atlética. Con fase el paciente logra dominar en mayor medida su rodilla y está en condiciones de comenzar a trotar trechos más largos sin dificultades técnicas.

El entrenamiento del sistema aeróbico comienza aproximadamente en la 9na semana por medio del ciclismo, y una o dos semanas mas tarde le agregamos el trote llano, blando y parejo. Ambas ejercitaciones comienzan en forma intervaladas (trabajo mas pausado) para luego pasar a ser continuos (sin pausa). Debemos aclarare que el paciente recién comienza a trotar cuando presenta un buen control propioceptivo y buenos niveles de fuerza. Es muy simple saber si está preparado o no para correr: si la carrera presenta una técnica incorrecta con exageradas oscilaciones pélvicas, fuertes dolores articulares y dificultades en el apoyo del pie; el paciente aún no está preparado para correr. Si lo hace, seguramente sufrirá dolores e hidroartritis. Por lo tanto, en un paciente con estas características, aumentamos los trabajos propioceptivos y de fuerza, y luego si autorizamos la carrera.

Como tests de control, realizamos en este período un test de fuerza máxima sobre 5 repeticiones en los diferentes ejercicios de fuerza que entrenamos al final del 4° mesociclo. Estos valores serán considerados como el 80% de la fuerza máxima, y serán utilizados como parámetros para establecer las cargas a utilizar en el siguiente mesociclo. Al finalizar el 5° mesociclo, realizamos un nuevo tests de fuerza máxima, pero esta vez de forma más agresiva, ya que lo efectuamos de una sola repetición máxima.

Los objetivos que planteamos alcanzar durante el período preparatorio general son

- Buen control isométrico

- Extensión activa completa desde el inicio del período.
- Flexión completa entre la 6° y la 8° semana.
- Trote con variaciones de desplazamiento a partir de la 13er semana.
- Pedalear entre 60' y 90' al final del período.
- Trotar entre 30' y 45' antes de comenzar el próximo período.

#### Período preparatorio específico.

Este período es, sin lugar a dudas, el más agradable para el paciente. Esto se debe a que las molestias prácticamente han desaparecido, la movilidad es completa sin ningún tipo de dolor, la musculatura evidencia un marcado proceso de hipertrofia, la rodilla se encuentra estable, y además, ha pedaleado, corrido, y realizado cambios de desplazamientos. Todo esto lleva a que el paciente pregunte insistentemente cuando puede volver a realizar su deporte. Sin embargo, aún falta mucho para la vuelta a la competencia. Podemos decir que recién estamos a mitad de camino y que para la competencia sea un hecho, deberá continuar con la misma responsabilidad y buena voluntad que a demostrado hasta este momento. Una característica de este período es el aumento de la intensidad en todas las ejercitaciones, tanto sean propioceptivas, de fuerza, de resistencia, etc. Por otra parte, es éste el momento en que se deberá comenzar a entrenar los gestos propios del deporte que practica el sujeto, y es también el momento en que podría insertarse paulatinamente en los trabajos físicos, y más tarde, en los técnico-táctico que realice su equipo.

El entrenamiento de la sensibilidad propioceptiva se desarrolla con mayor intensidad y riqueza técnica. Incluye carreras con variaciones de desplazamiento (trote hacia atrás, skipping, salticado, zigzag, etc.) paradas en uno y dos tiempos, fintas, giros, diversas combinaciones con los ojos cerrados, y por ultimo el perfeccionamiento de los gestos técnicos del deporte que practica el paciente. Según Beard DJ y cols, la común manifestación de deficiencia del L.C.A, el síntoma del giving way durante la actividad puede ser el resultado de la pérdida de la función mecánica y/o neurofisiológica del LCA por lo tanto no podemos descuidar jamás el trabajo propioceptivo hasta el momento en que el paciente retorne a la competencia.

El entrenamiento de la fuerza abarca cuatro mesociclos, tres dedicados al desarrollo de la fuerza máxima, y una dedicado a la potencia. Los volúmenes e intensidades de trabajo de cada fase se puede leer claramente en la tabla II. Existe una variación de estos parámetros dentro de cada mesociclo, los cuales están compuestos por tres semanas de cada uno. De la primera a la tercera semana, decrece el volumen al mismo tiempo que aumenta la intensidad. Es mucho más duro realizar numerosas repeticiones a intensidades intermedias, que realizar pocas a intensidades elevadas. Por ello, es que el volumen decrece hacia el final del mesociclo para permitir que el paciente supercompense y sea capaz de elevar la intensidad de cada ejercicio. Con estas variaciones de las cargas, tanto el paciente como el injerto, tendrán la posibilidad de adaptarse progresivamente al stress al que se someten, recuperarse, y supercompensar.

En este período, disminuimos el porcentual del volumen total de las repeticiones que le asignábamos a las extensiones y flexiones de pierna, y a las extensiones de tobillo. Estas

repeticiones pasarán a aumentar el volumen de los demás ejercicios (sentadilla de 1 pierna, estocadas, y press de pierna a 90°). A si mismo, el paciente comenzara a realizar las estocadas laterales, similares a las estocadas pero realizadas hacia el costado en vez de hacerlas hacia el frente.

El desarrollo de la fuerza máxima es fundamental para que el paciente llegue a alcanzar niveles de fuerza y potencia similares o mayores a los que tuvo antes de la cirugía. Según Bompa T, la capacidad de una atleta para generar fuerza máxima depende, en un alto grado, de los siguientes factores:

- El diámetro, o el área de corte transversal del músculo involucrado, más específicamente del diámetro de los filamentos de miosina, incluyendo los puentes cruzados.
- La capacidad de reclutar fibras musculares FT (rápidas) .
- La capacidad de sincronizar exitosamente la contracción de todos los músculos involucrados en la acción .

Para que todo esto ocurra, las cargas deberán ser elevadas, ya que si las mismas fuesen intermedias, lograríamos una gran hipertrofia sin un gran desarrollo de la fuerza máxima.

Debido a que potencia = fuerza x velocidad, para los propósitos deportivos, cualquier incremento en la potencia puede ser el resultado de la mejoría tanto en fuerza como en velocidad, o en ambas. Un atleta puede ser muy fuerte, puede tener una gran masa muscular, y no ser capaz de desarrollar potencia a causa de su incapacidad de contraer los músculos ( ya fortalecidos) en muy corto período de tiempo. Por lo tanto, los ejercicios para el entrenamiento de la potencia, tienen que emplearse para activar las unidades motoras más rápidamente, en función de permitir una mejor adaptación del sistema nervioso.

Cuando entrenamos la potencia, realizamos ejercicios que presentan mayor velocidad de ejecución. Este es el caso de las estocadas y de las estocadas laterales. También agregamos trabajos de transferencia de potencia los cuales consisten en realización de saltos, skipping, sprints, y además ejercitaciones de fuerza – velocidad, después de haber realizado un ejercicio de fuerza, como por ejemplo la sentadilla. Está ampliamente demostrada en la teoría del entrenamiento, esta forma de trabajo de transferencia, la cual brinda notables incrementos de potencia al deportista

Podemos asegurar que estos niveles y manejos de las cargas y de las ejercitaciones han resultado ser sumamente efectivas en el entrenamiento de la fuerza es necesario destacar, que los autores especializados suelen hablar de las ejercitaciones que deben realizarse, pero no de las cargas que deben emplearse. Como bien señalan Frndak Pay Berasi CC, para alcanzar el objetivo de lograr una rodilla con la máxima funcionalidad luego de la reconstrucción del LCA, es necesario saber cuánto stress puede soportar el injerto durante cada etapa de la cicatrización. Un mejor entendimiento de estos límites facilitará los

esfuerzos terapéuticos teniendo como únicas restricciones las necesidades biológicas del injerto. Nuestro trabajo, apuntan a dar luz a este tema.

En cuanto al entrenamiento aeróbico, incrementamos el volumen (tiempo total) de trabajo, de trabajo, tanto en bicicleta como en la carrera pedestre, durante el 6° mesociclo.

Posteriormente, aumentamos la intensidad, incrementando la velocidad de la carrera mediante el entrenamiento intervalado. Comenzamos con distancias que le signifiquen al paciente correr aproximadamente durante 60 segundos, luego hasta 90 seg, y en la última semana, bajamos la carga a 60 seg, para permitir la supercompensación. Las velocidades de trabajo en cada intervalo serán incrementados o altas, variándolas al organizar el microciclo. El mismo presentará sesiones con intensidades bajas, medias y altas.

El entrenamiento del sistema anaeróbico alactácidos involucrará ejercitaciones de breve duración (7 seg, o menos) que agoten al sistema energético de los fosfágenos. Estas ejercitaciones serán llevadas a cabo por medio del entrenamiento con sobrecarga, los saltos, los ejercicios de transferencia a potencia, y a trabes de los spints. Estos últimos tendrán una duración de 1 a 7 seg. La progresión será desde el menor hasta la mayor duración para provocar la paulatina adaptación fisiológica, muscular y articular.

El entrenamiento del sistema anaeróbico lactácido permitirá al deportista realizar esfuerzos de elevada intensidad con alta producción de ácido láctico. Es de suma importancia que el paciente se adapte progresivamente a este metabolito, ya que en la práctica deportiva estará presente. Un mal entrenamiento de este sistema energético, conducirá a pobres rendimientos deportivos – fundamentalmente en los deportes de equipo y de velocidad – y a probables lesiones. Estos trabajos se inician con simples cambios de velocidad efectuados por el paciente en forma libre. A partir de 7° mesociclo, realizará sprints en donde el tiempo de la carrera ira aumentando de menor a mayor.

El entrenamiento de la saltabilidad encierra no solo altos niveles de potencia muscular y de stress articular, sino también grandes ajustes propioceptivos. Por eso, el paciente recién comenzara a saltar en este período. La progresión incluye saltos en el lugar, saltos pasando obstáculos, saltos en una escalera, saltos con giros, y multisaltos, los cuales consisten en diferentes variaciones de saltos entre y sobre diversos obstáculos.

La practica deportiva comienza a partir del 6° mes con los deportes de pivote que no incluirán contacto físico (pelote, tenis, voleyball ) y a partir del 7° mes con los que presentan contacto físico (fútbol, basketball, etc.)

Como tests de control realizamos test de fuerza máxima en una sola repetición en la última semana de cada mesociclo. También podemos tomar diversos tiempos para evaluar la potencia de cada tiempo energético: test de Cooper (12min) para el sistema aeróbico, test de Matsudo (40seg) para el sistema anaeróbico lactácido.

Como objetivos, tenemos el inicio de los trabajos propioceptivos con la pelota trasladada con las manos a partir de la 17ª semana, la realización de los mismos trabajos pero con la pelota trasladada por los pies a partir de la 20ª semana, y alcanzar iguales valores de

aptitud físico-técnica, con respecto a los que tenía antes de la lesión, hacia el final de este periodo.

#### Período competitivo

El paciente arriba a este periodo con movilidad completa, estabilidad articular, buen estado físico y técnico, y con una gran seguridad y confianza en si mismo. Es entonces, el tiempo justo para volver a la competencia, sea ésta recreativa o federada.

Los valores de fuerza son iguales o superiores a los que tenía antes de la cirugía.

Las demás capacidades físicas y habilidades técnicas, también son similares al momento de la lesión. Será necesario entonces, que el deportista se entrene para mantener el estado físico adquirido, y agregarle ejercitaciones pliométricas para que aumente la potencia. Todos estos trabajos podrán ser utilizados por el deportista en su club, o por medio de una planificación que nosotros le demos.

#### Conclusiones.

La rehabilitación del L.C.A puede y debe ser planificada de la misma forma en que se en que se confecciona un entrenamiento deportivo.

Dicha planificación permitirá resultados máximos, ya que deja de lado las improvisaciones y permite realizar las progresiones de las cargas de forma lógica.

Para un seguro y feliz retorno a la competencia, se deben entrenar todos los aspectos físicos-técnicos que intervienen en el deporte del paciente.

La planificación de las cargas debe periodizarse. Es tan necesario que se fatigue como que se recupere al paciente.

La planificación debe ser en forma individual analizando cada caso en particular.

Contraindicamos planes hechos en forma global que no contemplan las necesidades individuales de cada paciente.

#### Bibliografía.

1. Aselmi, HE: Fuerza y potencia. La formula del éxito. Cap.7, pag.79-84. Buenos Aires. Año 1996.
2. barrack RL, Lund PJ, Jun BG, Wink C, Happel L: Evidence of reintervention of free patellar tendón autograft used for anterior cruciate ligament reconstruction.
3. Beard DJ, Dodd CAF, Trundle HR, Simson AHRW: Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency. A prospective randomized trial of anterior of two physiotherapy regimes. The journal of Bono and joit Surgery, vol. 76-b, nro.4, pags. 654-659; 1994.
4. Behzadi K, Paulos LE :fracaso en el avance del proceso de rehabilitación tras la cirugía de la rodilla. En: Cirugía de rodilla. Conceptos actuales y controversias. Autor: Sanchis Alfonso V. Edit. Medica Panamericana.
5. Blackburn TA, Jr: rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. The orthopedics clinics of North American, vol. 16 nro. 2, pag 241-269; 1985 .W.B. Saunders company.
6. Bompa, TO: Periodización de la fuerza. La nueva onda en el entrenamiento de la fuerza. Cap 13, pag, 130, cap 14 pags.152-153. Rosario. Biosytem Servicio Educativo, 1995.
7. Brotzman SB: Clinical Orthopedic Rehabilitation. Mosby, 1996.
8. Esper, Ae: Rehabilitacion del ligamento cruzado anterior de la rodilla en pacientes operados con una plasticaintra y extra-articular tipo MacIntosh-Marshall. VI congreso de la Asociación Argentina de Traumaologia del Deporti, Buenos Aires, 8 al 10 de Agosto de 1996.
9. Fernández JR, Lopez S, Giser : Protocolo de tratamiento. Cirugías del L.C.A. Boletín informativo de la Asociación de Kinesiología del deporte. Año 2, nro. 9 pags. 8,9.
10. Fithian DC, Daniel DM , Faustgen JP, Stone ML: Rehabilitación después de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior. En : cirugía de la rodilla. Conceptos actuales y controversias. Autor: Sanchis Alfonso V. Cap 4, pags. 55-69. edit. Medica Panamericana.
11. Freis EN, González A: Insuficiencia del LCA. Programa de rehabilitación . voltarén: 1-16.
12. Friden T. zatterstrom R. Lindstrand A, Moritz u: Anterior –cruciate-insufficient knees treated with physiotherapy. A tree- year follow- up study of patients wit late diagnosis. Clinical Orthopedics and related research, nro. 263, pags. 190-199, 1991.
13. Frndak PA, Berasi CC: Rehabilitation concerns following anterior cruciate ligament reconstruction. Sports Medicine 12 (5): 338-346;1991

14. Ganz SB: Fisioterapia de la rodilla. En: Cirugía de la rodilla, 2º edición. Autores Insall JN, Windsor RE, Scot NW, Kelly MA, Aglietti P. Cap 42, PAGES. 1192-1211. edit. Medica Panamericana.
15. Halling AH, Howard., cawley PW: Rehabilitación de las lesiones del ligamento cruzado anterior. Clínicas de Medicina Deportiva Vol. 2, Págs. 3270347. Interamericana-MacGraw- Hill, 1993.
16. Harre,D: Teoría del entrenamiento deportivo. (Cuba). Edit. Científico- técnica, 1985.
17. Hagedus, J: Enciclopedia de la musculación deportiva. Buenos Aires. Editorial Stadium, 1977.
18. Hegdus, J: La ciencia del entrenamiento deportivo. Buenos Aires. Editorial Stadium, 1985.
19. Konrath GA, Terrence, L, Henry TG, Scheilder J:The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study and literature review. The American Journal of sports medicine. vol 24. nro. 5, pags 629-633; 1996.
20. Lisholm M, Messner K: Sagittal plane translation of the tibia in anterior cruciate ligament-deficient knees during commoly used rehabilitation exercises. Scandinavian Journal of medicine & Science in sports 5: 49-56; 1995.
21. MacDonald PB, Hedden D, Ondrej P. Huebert D Effects of an accelerated rehabilitation program after anterior cruciate ligament reconstruction with combined semitendinosus –gracilis autograft and a ligament augmentation device. The American Journal of Sports Medicine, vol 23, nro. 5 pags 588-592; 1995.
22. Matvéev L:Fundamentos del entrenamiento deportivo. (Rusia). Edit Ráduga, 1986.
23. Moreno, T, Paús V, Manfrin F: Diagnostico clínico oportuno de las lesiones ligamentarias agudas de la rodilla. XXIII Congreso Argentino de Ortopedia y Traumatología, Buenos Aires, 4de Diciembre de 1986.
24. Páus V, Kouvalchouk JF: Estudio del refuerzo de la plástica intra y extra articular tipo Mac Intosh-Marshll con una trenza de polipropileno en el tratamiento de las laxitudes crónicas de rodilla. Revista de la Asociación de Argentina de Ortopedia y Traumatología, Vol. 56, Págs. 338-358; 1991.
25. Platonov VN: El entrenamiento deportivo. Teoría y metodología. (España) Edit. Paidotribo, 1993.
26. Saragaglia D, Mugnier C, Borot E, Tourne Y, Butel J: La récupération de la mobilité du genou apres ligamentoplastie type Mac Intosh reforcé par Kenedi-Lad. Revue de chirurgie Orthopédique, vol. 76, pags. 317-320; 1990

27. Shelbourne KD, Trumper RV: preventing anterior knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction. The American Journal of sports Medicine, vol 25, nro. 1 págs. 41-47; 1997.
28. Shelbourne KD, Patel DV: Timing of surgery in anterior knee pain after anterior cruciate ligament-injured knees. *Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 3: 148-156; 1995
29. Shelbourne KD, Klootwyk TE, Wilckens KH, De Carlo MS: Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine*, vol 23 nro.5 págs.575-750; 1995.
30. Shelbourne KD, Klootwyk TE, DeCarlo MS: Clinical development of preoperative and postoperative ACL rehabilitation. En: *the crucial ligaments. Diagnosis and treatment of ligamentous injuries about the knee*, 2nd edition. Cap. 35, pag 737-750. Edit. Churchill Livingstone, 1994.
31. Zintl, F: Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento. (España). Edt. Martinez Roca, SA; 1991