

# CONFEDERACIÓN ARGENTINA DE HANDBALL



## Cuerpo Médico-Kinésico

Factores de Riesgo – Mecanismo de Lesión –  
Protocolos de Rehabilitación – Batería de TEST

JULIO 2020

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

MECANISMOS DE LESIÓN

FACTORES DE RIESGO

PLAN PREVENTIVO

DIAGNÓSTICO (CLÍNICO E IMÁGENES)

CIRUGÍA Y FASES DE LIGAMENTIZACIÓN

PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN

RETORNO A LA COMPETENCIA

CONCLUSIÓN

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, nuestra confederación ha experimentado un gran avance en los resultados deportivos a nivel internacional. La consagración en Campeonatos Panamericanos que llevó a la participación en los Torneos mundiales desde 1997 y por tercera vez consecutiva en los Juegos Olímpicos de Londres, Río de Janeiro y Tokio, genera una gran demanda organizativa.

Los logros deportivos se obtienen por múltiples factores, sin duda, uno de ellos es "mantener a los jugadores en cancha", por lo tanto, resulta esencial la atención médico-kinésica. El tratamiento y prevención de las lesiones en el balonmano es nuestra mayor preocupación, pues se sabe tiene un alto índice lesional. Debemos poner nuestro esfuerzo en el cuidado permanente de los jugadores, por ello es necesario unificar criterios en la atención a partir de su protocolización. Si bien hay ciertas similitudes con otros deportes existen profundas diferencias a la hora del retorno a la competición.

Por esto último hemos convocado un equipo de profesionales que elaboró de las guías de trabajo en relación con nuestra experiencia y los conocimientos actuales, que están referidas a las lesiones de tobillo, rodilla (LCA) y hombro

### Antecedentes de la lesión:

Las lesiones del Ligamento Cruzado Anterior lamentablemente son muy habituales en nuestro deporte. En un estudio realizado en Brasil en 2015 que evaluaba la incidencia de lesiones en jugadores de Handball, se demostró que el 13,5 de las lesiones sufridas por jugadores afectaron la rodilla, y 1 de cada 4 de estas fueron rupturas del LCA.

A su vez esta lesión tiene el índice de severidad más alto ya que es la que más tiempo mantiene alejado al jugador de la competencia, con un promedio de alrededor de 200 días aunque el tiempo de rehabilitación en cada caso es distinto, dependiendo de la edad, lesiones asociadas y otros factores.

Otro importante dato es la alta tasa de re-ruptura, mayor aún en jóvenes y mujeres, sobretodo en los primeros meses del alta deportiva. Este riesgo puede ser disminuido si se respetan los tiempos de rehabilitación recomendados y consideran ciertos criterios para darle

el alta deportiva al jugador. Esto se verá más adelante en la guía y es de fundamental importancia.

En Abril del 2020 se realizó una encuesta a 143 jugadores de los seleccionados nacionales de ambos sexos del total 113 jugadores tuvieron lesiones que tardaron más de 30 días en recuperarse de los cuales 15 sufrieron la lesión del ligamento cruzado anterior siendo solo 1 jugador de tratamiento de ambas miembros inferiores y ninguna re-ruptura

En los últimos 10 - 15 años en el mundo del Handball se han realizado grandes esfuerzos para intentar controlar esta problemática, logrando buenos resultados con la aplicación de planes preventivos que cumplieran con determinados requisitos.

Por todo lo dicho es que se torna fundamental el trabajo preventivo para disminuir su incidencia, involucrando desde la realización de trabajos físicos, que serán explicados en profundidad más adelante en esta guía, hasta la educación del jugador.

### Aspectos Claves:

Los ligamentos cruzados son realmente importantes para asegurar el correcto funcionamiento de la rodilla. Su daño puede provocar lesiones e incapacidad importantes tanto para la actividad deportiva como para la vida diaria.

El LCA es el más expuesto a daños o lesiones y esto se debe al aumento de exigencias en la práctica deportiva: mayor competitividad, mejorar marcas, acumulación de partidos en la semana, estado de los campos de juego, etc.

El LCA consta de varios fascículos

- **El fascículo antero interno** el más largo y el que se ve expuesto a la mayor parte de los traumatismos.
- **Los fascículos intermedio y posteroexterno** estos fascículos son los que permiten una estabilidad de la rodilla en las roturas parciales de las fibras anteriores del LCA.

El LCA tiene una tensión media permanente a lo largo de todo el movimiento de flexo extensión, lo que evita el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur (cajón anterior) funciona en conjunto con el LCP para controlar el desplazamiento y la oscilación de la tibia sobre el fémur durante la flexión y la extensión normales

La configuración retorcida de las fibras del LCA y la forma de los cóndilos femorales permiten el funcionamiento de atornillado a fondo de la rodilla durante los últimos 20ª de extensión cuando la tibia rota en sentido externo sobre el fémur.

El ligamento está en un cierto grado de tensión en todo el rango de movimiento de rodilla, aunque en los 30ª y los 90ª hay una tensión menor.

La zona de seguridad está entre los 30 y 60. Esta zona de seguridad determinará la posterior inmovilización postoperatoria y marcará las pautas en las etapas iniciales del tratamiento de fisioterapia.

Otros elementos que actúan de forma agonista al LCA en la función de preservar el cruzado anterior: los músculos isquiotibiales; como así también el complejo postero lateral de la cadera, principalmente el músculo glúteo medio, colaborando con la función de estabilidad rotacional. Sin embargo, esta función es mínima en la zona de protección del LCA es decir en 30 a 60°.

Dentro del papel estabilizador en la rodilla del LCA en la rodilla se debe estudiar el papel propioceptivo del mismo. El estiramiento del mismo produce modificaciones de la actividad de las motoneuronas gamma de los músculos gemelos, soleo, bíceps crural y semimembranoso. Por eso una lesión de este ligamento sufre una alteración de la función sensitiva motora generando la aparición de una inestabilidad cenestésica en la articulación.

### Mecanismo de producción de la lesión:

Aproximadamente el 90% de las lesiones de LCA que se producen en el Handball son sin contacto directo con el oponente. La gran mayoría de estas se dan en el momento de realizar una finta o en el aterrizaje a una pierna posterior al salto. A pesar de no haber contacto en gran cantidad de casos hay una perturbación del rival que hace que el jugador tenga que alterar su gesto deportivo o tomar una decisión inesperada.

Todavía se encuentran en discusión los mecanismos de lesión y todos los factores que intervienen al momento de producirse la lesión. Si sabemos que alteraciones en la mecánica de amortiguación van a ser determinantes para que se produzca. Esto se puede evidenciar en la posición de la rodilla y la cadera tanto en el plano frontal como en el sagital al momento del contacto inicial y al momento de completada la desaceleración.

Acorde al estudio de Hewett et al, han demostrado que las lesiones de LCA son más habituales cuando el movimiento en la rodilla se realiza de forma multiplanar. Evidenciaron a su vez un mayor valgo de rodilla, mayor flexión de cadera y una inclinación del tronco mayor comparado a pacientes no lesionados.

A su vez el gesto lesional entre mujeres y hombres es similar, determinado sobretudo por el valgo dinámico de la rodilla pero en las mujeres se evidencia mayor flexión de rodilla y cadera comparativamente.

Los mecanismos más habituales se pueden dividir en 3:

Mecanismo de valgo de rodilla y rotación, sin contacto directo

En el momento del contacto con el suelo, el pie hace de punto fijo. En el gesto lesional se suele producir un momento abductor y rotador interno en la cadera, acompañado del valgo rodilla (puede darse en diferentes de grados de flexo-extensión) y la rotación externa de la Tibia sobre el Fémur.

### Mecanismo de desaceleración

Una desaceleración súbita combinada con un cambio de dirección puede ocasionar una lesión del LCA. Esto se da por la incapacidad para desacelerar la velocidad que lleva el tronco, al correr o aterrizar principalmente, generando un colapso medial que lleva al valgo la rodilla del miembro inferior de apoyo.

### Impacto sobre la cara lateral de la rodilla

Como se explicó anteriormente este no es el caso más habitual en Handball aunque se pueden encontrar varias de estas situaciones que han ocasionado lesiones en el LCA. Se produce un contacto directo sobre la cara lateral de la rodilla, ya sea por un oponente o incluso a veces por un compañero, lo que genera un valgo forzado de la rodilla. Este mecanismo suele ir acompañado de una lesión de Ligamento Lateral Interno y en muchos casos también por una lesión en el Menisco Interno (Tríada de O'Donoghue) dependiendo de la intensidad de la fuerza externa aplicada.

## Factores de Riesgo

### No Modificables

Edad: Son un factor de riesgo a un re-ruptura en aquellos pacientes con lesión previa de LCA. La incidencia de re-ruptura en jóvenes menores de 18 años con reconstrucción de LCA es mayor.

Sexo: Las mujeres deportistas tienen 3 veces más riesgo de sufrir una lesión de LCA. A su vez las mujeres también tienen entre 4 - 6 veces más riesgo de sufrir una re-ruptura que los hombres.

Lesión Previa: Una lesión previa de LCA aumenta el riesgo de volver a sufrir una re-ruptura de la rodilla afectada o de la contralateral entre 15-25 veces.

Tipo de Deporte: El Handball es un deporte tipo 1, ya que cuenta con una gran cantidad de cambios de dirección, saltos y contacto con el oponente. En este tipo de deportes evidentemente el riesgo de sufrir una lesión es mayor.

Partido/Entrenamiento: Hay un riesgo hasta 30 veces mayor de sufrir una lesión en un partido que en un entrenamiento.

Posición: Los Jugadores de la primera línea son aquellos que tienen mayor tasa de ruptura de LCA, mientras que los arqueros y pívots son los menos frecuentes..

Superficie: Aquellas superficies que tengan un mayor coeficiente de fricción van a ser más riesgosas para el jugador. Se ha demostrado que las canchas artificiales tienen 2,4 veces más riesgo de producir una lesión que aquellas de madera justamente por una diferencia en este coeficiente.

Hiperlaxitud: Escala de Beighton

- Extensión pasiva de 5ta McF  $>90^\circ$  (1 pto por lado)
- Pulgar en contacto con antebrazo (1 pto por lado)
- Hiperextensión del codo  $>10^\circ$  (1 pto por lado)
- Hiperextensión de rodilla  $>10^\circ$  (1 pto por lado)
- Dedos-piso (1 pto bilateral)

Mayor a 5 puntos, paciente hiperlaxo, se lo considera como factor de riesgo. Esto modifica la biomecánica del atleta, generando inclusive una articulación más inestable, por lo cual vemos es importante estar alerta en este tipo de pacientes para aplicar los trabajos preventivos desde edades tempranas.

### **Modificables**

Desequilibrio Fuerza Isquiotibiales/ Cuádriceps: Aquellos individuos con una alteración en su relación de fuerza en favor de los Cuádriceps (relación isquiotibial/cuádriceps 0,60 aprox.) tendrán mayor riesgo de lesión ya que los isquiotibiales son sinergistas del LCA y no podrán controlar la traslación anterior de la tibia. Este es un factor distintivo entre hombres y mujeres, teniendo estas un desequilibrio en favor del cuádriceps comparativamente.

Alteración en los tiempos de activación muscular: Actualmente es sabido que el mecanismo lesional se produce en los primeros milisegundos de contacto del miembro con el piso. Es por esto que la velocidad de contracción y coordinación muscular va a ser fundamental para evitar o corregir a tiempo los gestos riesgosos.

Alteración del Control Neuromuscular de zona media: La zona media o core es de vital importancia para la realización correcta de los gestos deportivos y para poder realizar correcciones en el aterrizaje luego de una perturbación en el salto. Es por esto que el

entrenamiento de zona media y ejercicios específicos para el deporte debe realizarse para disminuir el riesgo.

Dominancia de un miembro: Al tener una asimetría en la descarga de peso y la fuerza realizada entre un miembro y el otro (diferencias mayores al 10 %) el riesgo de lesionarse aumenta.

Calzado: A mayor coeficiente de fricción entre la superficie y el calzado mayor riesgo de lesión. Se sugiere utilización de distinto tipo de calzado según la superficie.

Carga: Se destaca la importancia del monitoreo de la carga del atleta, No solo el volumen en minutos, repeticiones, y cantidad de estímulos, sino también la percepción del atleta, y los factores biopsicosociales. Los picos de carga aguda están asociados a un mayor riesgo de sufrir una lesión.

## Prevención

Como se vió previamente en la guía hay muchos factores de riesgo que influyen para que se pueda producir una lesión de LCA. Todos estos factores que repercuten en el individuo y su entorno generan un perfil de riesgo, que es fundamental analizar en cada caso individual para trabajar sobre esos déficits específicos y así reducir el riesgo de lesión, ya que es imposible prevenirlo de forma total.

Se han implementado gran cantidad de programas preventivos pero para que este sea realmente efectivo tiene que seguir determinados criterios. Para esto es fundamental la educación no solo del deportista sino también de todo el cuerpo técnico para la correcta aplicación. Tener valores de referencia representa un buen punto de partida, utilizando una batería de test estandarizados para individualizar las capacidades y ser más específicos a la hora de intervenir.

La evidencia científica actual recomienda que los programas preventivos deben realizarse en todos los jugadores/as y no solo en aquellos que tengan un perfil de riesgo elevado. A su vez estos programas deben contar con varios componentes, entre estos trabajos de fuerza, de pliometría, ejercicios de control neuromuscular y trabajos de zona media. También se sugiere que sean siempre realizados con algún integrante del cuerpo técnico que se ocupe de realizar correcciones y darle un feedback al individuo.

Se debe evaluar continuamente a sus deportistas y en base a los resultados armar un programa acorde. A su vez las evaluaciones realizadas van a ser de vital importancia en el momento del alta deportiva ya que lo ideal es comparar con los resultados del mismo individuo previo a la lesión.

Por otro lado es un factor fundamental la adhesión al programa, el cual debe tener una duración de entre 15-20 minutos y debe realizarse un mínimo de 2 veces por semana en los

entrenamientos y además incluir ejercicios de este dentro de la entrada en calor previa al partido.

En cuanto a los trabajos de fuerza es fundamental el fortalecimiento analítico de los distintos grupos musculares del miembro, el complejo posterolateral de la cadera, cuádriceps, isquiotibiales, los músculos de la pierna y la musculatura intrínseca del pie. Esto luego debe ser aplicado en gestos globales que involucren las distintas cadenas musculares y preparen al jugador para el gesto específico del deporte.

Los trabajos de movilidad son parte importante de los programas preventivos, en este caso la movilidad del tobillo y la rodilla deben ser evaluadas y trabajadas específicamente en aquellos individuos que tengan déficits. Es importante tener en cuenta la movilidad de la rótula y de la 1° articulación metacarpofalángica del pie.

Dentro de los trabajos pliométricos hay que hacer énfasis en una adecuada técnica de amortiguación y aterrizaje. Lo mismo debe realizarse con la técnica de los cambios de dirección y las desaceleraciones. Otro trabajo no menor es el aprendizaje de caídas, ya que muchas lesiones se pueden producir en este momento.

Los ejercicios deben ser variados y deben ir progresando en su dificultad de complejidad, incorporar ejercicios en “fatiga controlada”, sumar ejercicios que incluyan toda la cadena, con el gesto específico, “favoreciendo el gesto lesivo“, ya sea, el valgo dinámico o la traslación anterior de la tibia para generar activaciones necesarias para dicho gesto.

Se adjunta un programa preventivo recomendado, el cual sigue los criterios nombrados anteriormente. Este se puede utilizar como guía y realizarle las modificaciones necesarias acorde a la población específica en cada situación.

Justamente para realizar estas modificaciones tanto en el programa preventivo como en los respectivos entrenamientos se sugiere hacer un seguimiento a través de cuestionarios que evalúen tanto la carga realizada como el bienestar de nuestros individuos. En el caso de la carga debe considerar tanto la carga externa (minutos de juego, de entrenamiento, distancia recorrida, etc) como la carga interna (esfuerzo percibido, lactato en sangre, etc). Los cuestionarios de bienestar deben evaluar variables como el descanso, el estrés, alimentación entre otros factores psicométricos.

## Diagnóstico y Lesiones Asociadas

Es de fundamental importancia el adecuado diagnóstico una vez ocurrida la lesión, para identificar la severidad de la/s estructuras lesionadas. Los pasos a seguir van a ir dependiendo de la clínica del paciente pero se debe respetar esta guía.

En campo de juego o en entrenamiento:

- 1- Evaluar dolor
- 2- Retirar del campo de juego
- 3- Evaluar tolerancia de carga. (si tolera carga, evaluar movilidad y determinar si puede continuar compitiendo)
- 4- Si el dolor es tolerable, realizar maniobras semiológicas. (se detallan más adelante, si alguna es positiva continuar con paso 5)
- 5- Si el dolor no es tolerable o las maniobras son positivas, inmovilizar con férula ballenada, pierna en alto, restringir carga, crioterapia y analgesia con aines leves
- 6- Solicitar RMN.
- 7- Advertir sobre posibles signos como aumento de líquido articular, inflamación, dolor a la carga, sensación de inestabilidad. Educar al paciente sobre lo ocurrido
- 8- Restringir actividad física y limitar descarga de peso hasta obtener resultados de estudios complementarios, mejoría del dolor y de los signos clínicos
- 9- Para manejo del dolor se puede indicar\*:
  - Ketorolac 10mg 1 comprimido cada 12 horas
  - Diclofenac + Paracetamol 1 comp cada 12 horas
  - Ibuprofeno 600 mg + paracetamol 1g cada 8 horas
  - Siempre crioterapia 15-20 minutos cada 4 horas

\*interrogar al jugador previamente

Para identificar la indemnidad del LCA de forma clínica se realizarán distintos tests estáticos y dinámicos evaluando la estabilidad pasiva de la rodilla. A su vez se debe realizar un estudio de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) para poder evaluar a través de imágenes como se encuentran afectadas las distintas estructuras.

Los test clínicos deben ser realizados por un profesional experimentado ya que en muchas ocasiones el edema y el dolor del paciente hacen que los resultados sean confusos. Para evaluar el LCA se utilizarán la Prueba de Cajón Anterior, el test de Lachman y el Pivot Shift.

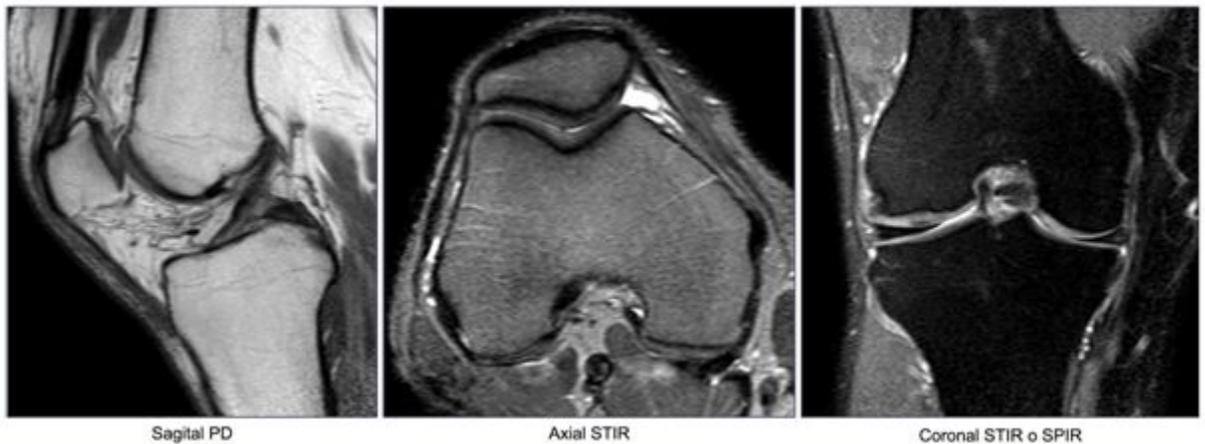
A su vez es importante evaluar también con tests clínicos el resto de las estructuras de la articulación. Se propone la utilización del cajón posterior para evaluar el LCP, los bostezos

interno y externo para evaluar la indemnidad de los ligamentos laterales y el test de McMurray para meniscos.

La RMN es de vital importancia para evaluar no solo el LCA sino también la integridad de los ligamentos restantes, lesiones meniscales, sinovitis y también posibles edemas óseos y lesiones del cartílago articular.

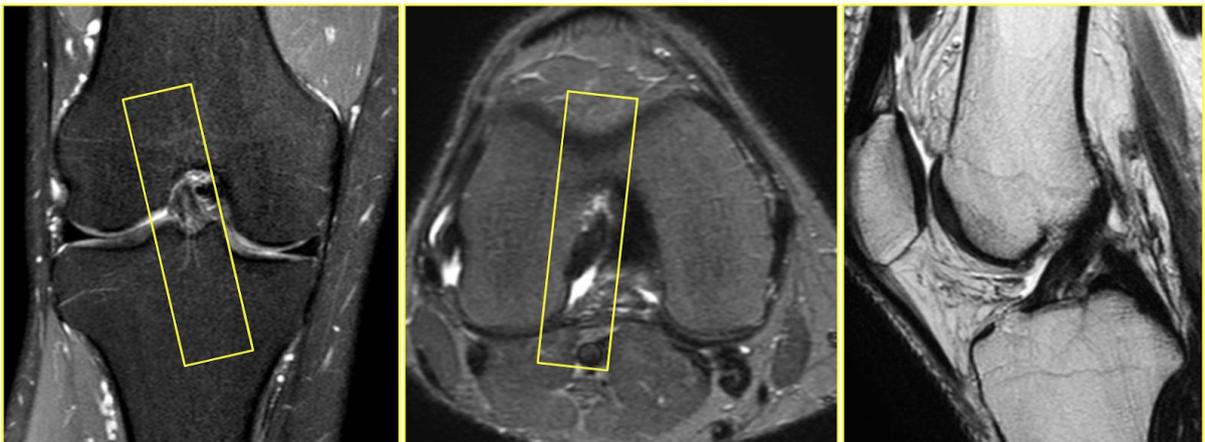
### **RESONANCIA MAGNÉTICA:**

- **PROTOCOLO BÁSICO**



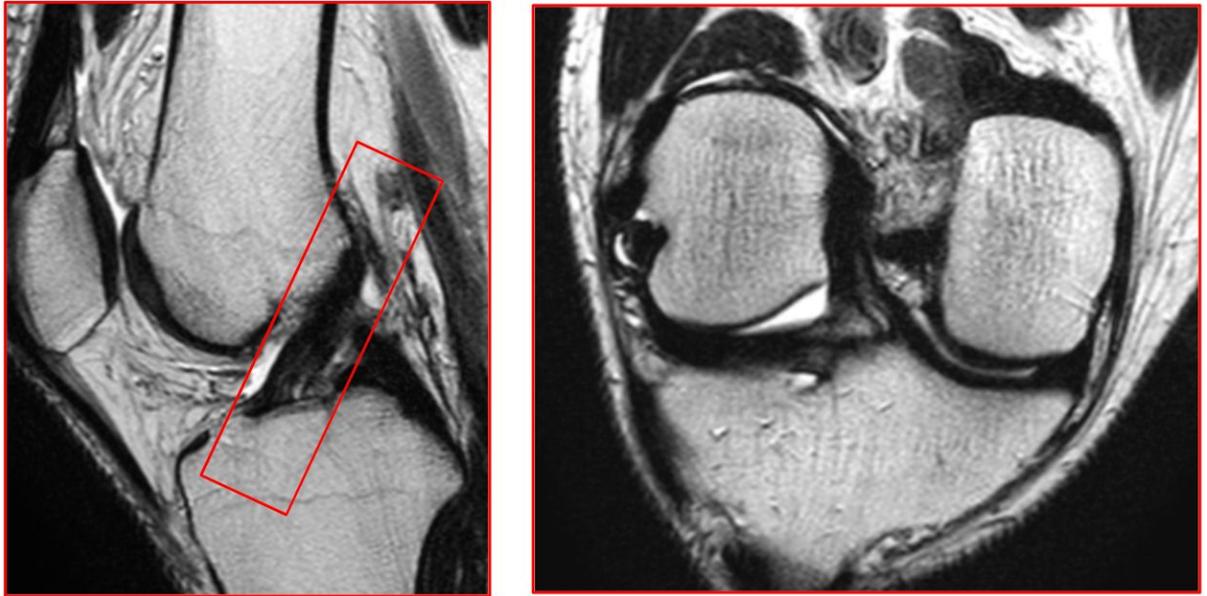
En caso de sospecha de lesión de LCA o para seguimiento post-quirúrgico se deben realizar las siguientes secuencias además del “protocolo básico”. Sagital PD o T2 fino al LCA y Coronal oblicuo T2 angulado al LCA.

- **SAGITAL PD O T2 FINO AL LCA**



Sagital PD o T2 fino al LCA.

- CORONAL OBLICUO T2 AL LCA. Cortes cada 3 mm.



Coronal oblicuo T2 angulado al LCA. Cortes cada 3 mm.

### Control por imágenes post quirúrgico:

Las resonancia magnética no es un criterio mayor para el alta del jugador. Sin embargo puede ser útil en casos de complicaciones durante la rehabilitación como dolor, sinovitis y disminución del rango de movimiento.

Puede realizarse una resonancia de control inmediato postquirúrgico (menos de 1 mes) para mostrar la colocación de la plástica y su indemnidad en casos puntuales. Pasado el primer mes y hasta incluso los 2 años de la cirugía la plástica puede volverse heterogénea a inducir errores diagnósticos.

## Cirugía

Ante un diagnóstico de desgarro de ligamento cruzado anterior se debe suspender la actividad física competitiva y comenzar con el tratamiento de rehabilitación preoperatorio. Idealmente el momento para realizar la intervención quirúrgica será posterior a las 3 semanas de evolución, para permitir que el proceso inflamatorio inicial ceda, ya que no es un entorno propicio para colocar un injerto.

El procedimiento a realizar será una plástica artroscópica con técnica anatómica (túneles óseos independientes) con autoinjerto de semitendinoso-recto interno, o hueso-tendón-hueso, de acuerdo a cada caso clínico particular. Se evaluará la necesidad de asociar una plástica extraarticular adicional de ligamento anterolateral según el grado de inestabilidad, lesiones asociadas y contextura física del paciente. Durante el procedimiento

quirúrgico se resolverán otras lesiones presentes (meniscales, ligamentarias, cartilaginosas).

Toda esta información (tipo de injerto, lesiones asociadas, etc) debe ser reportada a los encargados de la rehabilitación ya que en cada caso se deben tomar consideraciones diferentes y los tiempos y etapas de esta irán variando.

En caso de re-ruptura se deberá realizar una cirugía de revisión de ligamento cruzado anterior. En éstos casos será mandatorio complementar con una plástica extraarticular para reforzar la estabilidad rotacional. En la elección del injerto debemos considerar la opción de tejidos cadavéricos para no aumentar la debilidad del miembro afectado y no comprometer al miembro contralateral.

## Fases de Ligamentización

Estas son las distintas fases por las cuales va a transitar el injerto en el tiempo para adaptarse a su nueva función. El injerto va a ir sufriendo modificaciones en su estructura a lo largo del tiempo hasta adquirir propiedades estructurales similares al LCA biológico. Este período de tiempo se lo divide en 3 fases según las características del tejido y su entorno.

### Fase 1: Repoblación

Tiempo aproximado: 1 - 8 semanas

El injerto queda cubierto por un tejido vascular sinovial (vasos endostales penetran su tejido conectivo).

Aumento de fibroblastos.

Luego de la intervención, presenta una disminución de propiedades mecánicas (fuerzas de tensión).

### Fase 2: Remodelación

Tiempo aproximado: 8 - 48 semanas

Después de la 8ª semana se presenta una proliferación de células mesenquimáticas indiferenciadas que re-colonizan el injerto.

A partir de la 8ª semana, comienza aumentar su resistencia debido al aumento porcentual del colágeno.

Entre 8ª hasta 16ª semana continúa el aumento de fibroblastos metabólicamente activos.

Entre la 16ª y la 32ª semana se debe aplicar estimulación mecánica para continuar con esta fase, reorganizar la fibras de colágeno y aumentar la resistencia del injerto.

### Fase 3: Maduración

Tiempo aproximado: 1 - 3 años

Disminuye la vascularización (fibroblastos).

El injerto adquiere propiedades similares al ligamento original (neoligamento).

Es importante considerar las características del tejido en cada etapa y cómo puede repercutir en él la carga realizada para evitar posibles complicaciones. A su vez sabemos que es crítico respetar estos tiempos biológicos ya que de intentar acelerar los procesos es muy probable que nos encontremos con complicaciones durante la rehabilitación y con una mayor tasa de re-lesiones.

## Protocolo de Rehabilitación

Actualmente en el Handball de alto rendimiento la lesión de LCA conlleva siempre indicación de realizar una reconstrucción quirúrgica. Es por esto que la rehabilitación se va a dividir en dos etapas principales, una pre-quirúrgica y otra post-quirúrgica. Es fundamental la realización de esta primera etapa ya que los resultados posteriores mejoran notablemente en aquellos que completaron un programa pre-quirúrgico.

El protocolo que proponemos desde la CAH consta de 6 etapas, 1 pre-quirúrgica y 5 etapas post-quirúrgicas. Para completar una etapa más allá del tiempo de evolución se tiene en cuenta ciertos criterios clínicos para poder avanzar a la etapa siguiente. La medida que vamos a evaluar para avanzar con la intensidad/complejidad de los ejercicios va ser el dolor del paciente y el edema articular, ya sea en la realización del ejercicio como al día posterior.

Se propone una rehabilitación activa en la cual es fundamental la educación del jugador desde el primer momento para poder regresar a la competencia en su mejor forma posible. Esto va a disminuir el riesgo de una posible re-ruptura o una lesión secundaria.

Más adelante se entrará en detalle sobre el protocolo; sus etapas, objetivos y criterios de evaluación que se encuentran a su vez en un archivo adjunto descritos en su totalidad junto con una planilla personal para el seguimiento del individuo.

### Etapas 1: Pre-Quirúrgica

Una vez ocurrida la lesión es de vital importancia saber cómo actuar y hacerlo de forma precoz.

1- Protección: Proteger la articulación afectada para evitar mayores daños de las estructuras. Evaluar la utilización de una férula y evitar las actividades que generen dolor.

2- Carga Óptima: Es importante controlar la carga que se aplica sobre el miembro afectado para evitar un aumento del dolor y del edema pero evitando el reposo total. Evaluar la utilización de muletas para regular la descarga de peso. Ir aumentando la carga según sintomatología.

3- Hielo: Ayuda a disminuir el dolor y la inflamación posterior a la lesión. Es importante la dosificación de este para evitar efectos adversos. Una vez controlada esta fase inicial se debe abstener de su utilización así como la de antiinflamatorios salvo recomendación médica.

4- Compresión: Se utiliza un vendaje elástico para generar una presión externa para evitar un aumento del edema y mejorar la vascularización del miembro afectado.

5- Elevación: Favorece el retorno venoso por lo que es importante mantener la pierna en alto durante el mayor tiempo posible.

La educación del paciente con respecto a lo sucedido y de los pasos a seguir son fundamentales así como también la confianza y el optimismo de este para afrontar la situación. Es por esto que el aporte psicológico debe ser incorporado desde esta primera etapa.

Desde un primer momento es importante recurrir a un profesional para comenzar con la rehabilitación. Esta siempre debe ser activa y buscar la funcionalidad del miembro para poder llegar al momento de la cirugía de la mejor forma posible.

Los objetivos principales de esta etapa son:

- 1- Eliminar el edema
- 2- Recuperar rango de movimiento (ROM) completo
- 3- Recuperar la fuerza de la pierna, específicamente del Cuádriceps
- 4- Evaluar la fuerza y la función de la pierna sana (en caso de no tener valores previos)
- 5- EDUCACIÓN del jugador

Los ejercicios específicos quedarán a criterio del profesional a cargo ya que cada proceso debe ser individual, contemplando la severidad de la lesión y los síntomas del paciente, sin embargo hay ciertos fundamentos que deben ser tenidos en cuenta dentro de toda rehabilitación.

Es importante desde un primer momento trabajar en la movilidad de las articulaciones adyacentes, incorporando la movilidad de la rodilla paulatinamente. A su vez el trabajo de fuerza es fundamental, comenzando con ejercicios isométricos y avanzando hacia ejercicios isotónicos. Este debe incluir todos los grupos musculares del miembro, con especial énfasis en el cuádriceps y los isquiotibiales. A medida que el paciente tolere la descarga de peso se debe trabajar sobre la mecánica de marcha, el balance en una pierna y los ejercicios en cadena cerrada que va a realizar en su etapa post-quirúrgica.

Se recomienda la utilización de hidroterapia (rehabilitación en pileta) para acelerar estos procesos, ejercicios con restricción de flujo para generar una mayor hipertrofia muscular y la incorporación de trabajos de zona media y zonas no afectadas.

A su vez la utilización de fisioterapia (magnetoterapia, tecaterapia, electroestimulación) se recomienda para la reducción del edema, el dolor y la hipertrofia muscular.

En lo casos en que no se tengan evaluaciones previas de fuerza y salto este el momento ideal para realizarlas en la pierna sana para luego comparar con estos resultados al momento del alta deportiva. La evidencia indica que los riesgos de re-lesión son menores si

se compara con los resultados de la pierna sana en el momento previo a la cirugía que en el momento del alta.

Las evaluaciones de fuerza y el single hop test se deben realizar únicamente si la clínica del paciente lo permite y hay una progresión gradual en los ejercicios ya que son pruebas exigentes. Generalmente se necesitan por lo menos 4 semanas luego de la lesión y un trabajo de fortalecimiento y amortiguación previo.

Se recomienda un periodo de entre 2 - 5 semanas entre el momento de la lesión y la cirugía para tener el tiempo suficiente para lograr los objetivos propuestos.

## Etapa 2: Recuperación de la Cirugía

Desde que el paciente sale del quirófano se deben implementar las mismas medidas que en la etapa 1. Sabemos que cada cirugía es distinta y en muchos casos puede haber lesiones asociadas por lo que es fundamental respetar las indicaciones del médico a cargo.

Se recomienda un tiempo mínimo de 7 días con la utilización de muletas y férula de rodilla para proteger el injerto y poder darle una carga adecuada a la rodilla. Esto no quita que de forma controlada el individuo pueda realizar ejercicios de movilidad y contracciones isométricas tanto de cuádriceps. como de isquiotibiales. A su vez la movilidad y fuerza de las zonas no afectadas debe trabajarse desde los primeros días (movilidad de tobillo y cadera, fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie, gemelos, tibiales, y complejo posterolateral de la cadera)

Es fundamental realizar trabajos de movilidad precoces sobre la rótula para evitar adherencias y un control y trabajo constante sobre la cicatriz para evitar que esta limite la flexión.

Con el correr de los días y según la tolerancia del paciente se deben progresar los ejercicios de fuerza, involucrando no sólo al miembro afectado sino al resto del cuerpo también. Se tiene que poner énfasis en la rehabilitación de la marcha, comenzando por la descarga de peso estática para luego efectuar la realización del gesto completo primero con descarga parcial para ir progresando paulatinamente.

Como en la etapa 1 la utilización de fisioterapia, ejercicios con restricción de flujo y la utilización de hidroterapia (una vez cicatrizada la herida) está recomendada siempre bajo la guía de un profesional experimentado.

Los objetivos principales de esta etapa son:

- 1- Disminuir el edema
- 2- Recuperar la extensión completa
- 3- Reactivar la contracción del Cuádriceps

Es necesario poder superar los siguientes criterios para poder avanzar de etapa, se estima un tiempo aproximado de entre 2 - 4 semanas dependiendo del individuo.

### **Criterios a superar**

- 1- Extensión pasiva: 0°
- 2- Flexión pasiva: 110° a 125°
- 3- Cicatriz no limite el ROM
- 4- 0° - 5° en Cuadriceps Lag Test
- 5- < 1+ en Stroke Test

### Etapa 3: Fuerza y Control Neuromuscular

Una vez superados los criterios anteriores entramos en esta nueva etapa donde la prioridad va a ser recobrar la fuerza muscular tanto de la zona afectada como del resto del cuerpo que se encuentra realizando una carga menor a la habitual. Tiene 3 objetivos principales:

- 1- Recuperar el Balance en 1 pierna (estático y dinámico)
- 2- Ganar fuerza muscular
- 3- Control y alineación correcta en una sentadilla a 1 pierna

Hay que tener en cuenta que al finalizar esta etapa nuestro paciente tiene que estar listo para empezar a realizar ejercicios de salto y de trote por lo que la fuerza y el control del balance unipodal son fundamentales. En cuanto a la fuerza remarcar la importancia del trabajo de cuádriceps, isquiotibiales, el complejo postero-lateral de cadera, zona media y gemelos pero sin dejar de trabajar el resto de las zonas no afectadas.

Es importante decir que en esta guía no se van a recomendar ejercicios específicos ya que estos quedarán a criterio del profesional, pero sí dejar en claro que es fundamental que el aumento de carga y complejidad de los ejercicios debe ser progresivo tanto de cadena cerrada como abierta

. El primer grupo de ejercicios nos va a ayudar a recobrar los gestos funcionales a través de mejoras en el control motor. La correcta técnica de ejecución es fundamental ya que suele haber muchas compensaciones entre la pierna sana y la lesionada y dentro de los distintos grupos musculares. Es por esto que es necesario también realizar ejercicios en cadena abierta, (se ha comprobado la inocuidad de estos ejercicios en la rehabilitación post cirugía) dado que al ser ejercicios analíticos se evitan las compensaciones. Dichos ejercicios aumentan la hipertrofia muscular en mayor medida y tienen favorables efectos sobre la confianza del individuo.

Hay que tener en cuenta es que si están mal aplicados los ejercicios en cadena abierta pueden generar mayores tensiones en el injerto pudiendo ocasionar alguna complicación,

Es por esto que se recomienda su aplicación en cuádriceps e isquiotibiales a partir de la 6° semana en un ROM de 45° - 90° y recién a partir de la 12 semana en un ROM completo. Incluso con estas precauciones debe haber una evolución progresiva para poder realizar estos ejercicios y deben ser realizados en un primer momento junto a un profesional.

En las últimas semanas de esta etapa se pueden ir empezando a implementar los ejercicios de técnica de amortiguación y salto y de técnica de carrera que se encuentran en los respectivos protocolos. Es importante trabajar sobre la coordinación, tanto de miembros inferiores como miembro inferior con tronco y con miembro superior.

Los criterios de alta de esta etapa incluyen ejercicios de fuerza, de equilibrio unipodal, de alineación funcional junto con un ROM completo y sin edema. Se encuentran en la planilla de evaluaciones, pero se estima que alrededor de las 12 semanas el paciente está preparado para realizarlas satisfactoriamente.

Se evalúa la fuerza de gemelos, glúteos, de zona media y a su vez ejercicios de todo el miembro inferior en cadena cerrada como son la prensa a 1 pierna (unipodal) y las sentadillas (bipodal). Las evaluaciones en detalle se encuentran los anexos.

#### Etapa 4: Amortiguación, Saltos, Trote y Agilidad

Al comenzar esta etapa el individuo se realizó la reconstrucción del ligamento hace al menos 12 semanas. Recién a partir de este momento es que el injerto ya tiene una estructura más resistente por lo que uno puede empezar a realizar ejercicios con impacto repetitivo. Previamente el paciente venía realizando algunos ejercicios de técnica pero a partir de ahora vamos a comenzar con ejercicios específicos de salto y con protocolos de trote lineal y con cambios de dirección. Una vez dominados estos ejercicios y si no se genera sintomatología en la articulación se comenzará progresivamente con ejercicios de agilidad y a mayor velocidad.

Los objetivos principales que el individuo debe conseguir al finalizar esta etapa son:

- 1- Excelente técnica de amortiguación y aterrizaje
- 2- Perfeccionar el salto (técnica, distancia, simetría)
- 3- Completar programas de agilidad, y situaciones de juego adaptadas
- 4- Recuperar fuerza y equilibrio completamente

Para poder lograr estos objetivos se adjuntan los protocolos de salto y trote. Es importante que se tenga en cuenta que la finalidad de estos son hacer de guía para que el profesional a cargo pueda progresar la dificultad e intensidad de los ejercicios en forma segura.

**Importante:** Se recomienda no saltar etapas y no agregar gran cantidad de ejercicios nuevos dentro de una misma sesión. No se pueden acelerar estos procesos de aprendizaje y

probablemente ocasionen sintomatología que retrase nuestro objetivo en caso de sobrecargar al paciente.

Es importante controlar la distancia de trote y la cantidad de saltos realizados de forma semanal para evitar picos de carga aguda que pueden ocasionar dolor y avanzar solamente si la técnica es correcta y no hay sintomatología el día posterior.

Los ejercicios de agilidad y las situaciones de juego adaptadas deben ser planificadas de forma individual en base a las características del jugador, a su posición de juego y a sus debilidades. Es por esto que se debe evaluar de forma específica en cada caso. Sin embargo toda planificación tiene que respetar ciertas normas: Comenzar con ejercicios simples y progresar hacia ejercicios complejos, introducir el elemento de juego una vez dominados los ejercicios sin este, realizar los gestos deportivos con el elemento pero sin oponente y finalizar realizando el gesto deportivo de forma controlada con un adversario.

Se debe mantener el programa de fuerza aumentando la carga para al finalizar la etapa estar en condiciones similares al momento previo a la lesión. El trabajo tanto en cadena abierta como en cadena cerrada y bipodal y unipodal siguen siendo fundamentales.

Los criterios a superar se encuentran en detalle en la planilla de evaluaciones pero constan de pruebas de fuerza, salto y balance principalmente. Hay que considerar que esta etapa comprende aproximadamente desde las 12 a las 24 semanas.

Las pruebas de fuerza van a evaluar los mismos grupos musculares que en las etapas anteriores pero obviamente serán más exigentes. Se realizarán variados tests de salto, el single hop test, triple hop test, triple crossover hop test, side hop test, 6 mts por tiempo. En caso de contar con una plataforma de salto se sugieren realizar el salto con contramovimiento, el abalakov y el drop jump, tanto en forma bipodal como unipodal.

Al finalizar esta etapa el jugador debería poder comenzar a realizar parte de los entrenamientos a la par del grupo y reproducir gestos del deporte con contacto sin sentir inestabilidad en la rodilla, dolor ni miedo a una re-lesión.

### Etapa 5: Retorno al Deporte

Durante esta etapa el individuo debe incorporarse paulatinamente a los entrenamientos grupales, pero hasta el día del alta va a tener un trabajo individualizado para complementar los trabajos grupales y poner énfasis en sus deficiencias.

Al finalizar esta etapa el individuo debe estar apto para competir al mismo nivel que tenía previo a la lesión, es por eso que debe cumplir ciertos criterios de alta. Para poder superarlos los objetivos principales que se buscarán durante esta etapa van a ser:

- 1- Rodilla Fuerte, Estable, correcta Biomecánica y Control Neuromuscular.
- 2- Adaptar al deportista a las situaciones de juego reales.
- 3- Progresar de entrenamientos controlados a entrenamientos libres a la par del grupo.
- 4- Repetición de situaciones de juego y puesta a punto física.
- 5- Generar confianza en el deportista y lograr la mentalidad para volver a competir.

Para poder lograr estos objetivos es evidente que deberemos mantener nuestros programas de fuerza, saltos y agilidad para perfeccionar su condición física mientras paralelamente recreamos y practicamos todas las situaciones de juego en las que se va a encontrar el deportista.

Este trabajo tiene dos fundamentos, por un lado desde la repetición del gesto vamos a lograr una mecánica correcta y una adaptación del individuo a las acciones de juego y así reducir el riesgo de re-lesión y por otro lado va a generar un impacto favorable en la confianza del mismo. Actualmente hay evidencia de que aquellos individuos que no obtienen buenos resultados en las evaluaciones psicométricas tienen mayor riesgo de sufrir una re-lesión.

La recreación de situaciones de juego comienza en la etapa anterior de forma individual y luego con el contacto de un oponente. En esta etapa se deben empezar a realizar a la par del grupo, primero de forma planificada recreando una jugada con un desenlace específico donde el jugador tenga completo control de lo que va a suceder para luego ir progresando a jugadas donde haya un mayor grado de improvisación y de toma de decisión.

En el escenario ideal se recomienda la realización de evaluaciones biomecánicas con electrodos de superficie para poder objetivar los niveles de fuerza y de velocidad y coordinación de contracción del individuo al realizar gestos específicos del deporte. Estas evaluaciones nos pueden ayudar a encontrar posibles factores de riesgo para una re-lesión. Realizando trabajos específicos sobre estos resultados podremos minimizar este riesgo.

Los tiempos de rehabilitación van a variar en cada caso, pero en esta guía se recomiendan un mínimo de 9 meses transcurridos desde la cirugía. En los casos de jugadores menores de 18 años este tiempo es aún mayor, debiendo volver a la competencia 12 meses luego, ya que la tasa de re-lesión en este grupo es aún mayor cuando vuelven de manera precoz.

A pesar del tiempo transcurrido es fundamental que para recibir el alta deportiva

deban superar determinados criterios que se detallarán más adelante. Estos criterios tienen mayor predicción de re-lesión que el tiempo transcurrido desde la lesión por lo tanto es indispensable que el individuo los realice correctamente.

Una vez que el paciente logra superar los criterios de alta y ha transcurrido el tiempo recomendado obtiene el alta deportiva y puede retornar a la competencia. De esta manera es que entra en la última etapa en la cual se va a encontrar durante el resto de su carrera deportiva.

#### Etapa 6: Prevención de re-lesión

Como se mencionó anteriormente todo individuo que haya sufrido una lesión de LCA desde el momento en que vuelve a la competencia hasta el final de su carrera deportiva se encontrara dentro de esta etapa. El factor de riesgo más influyente en las lesiones de LCA es el haber tenido una lesión previa, por lo tanto esta población es la más susceptible y necesita un programa preventivo específico.

El paciente va a recibir el alta y en ese mismo momento se le debe entregar un programa preventivo, el cual deberá incluir ejercicios para realizar previo a todos los entrenamientos y partidos. Este programa deberá incluir ejercicios de activación, ejercicios de fuerza de miembros inferiores, trabajos pliométricos y ejercicios de zona media.

Este programa debe estar hecho a medida del jugador, basándose en sus capacidades físicas y las situaciones de juego habituales en que se encuentra.

Por lo tanto es fundamental que se repitan las evaluaciones de alta a los 12, 18 y 24 meses para reevaluar a nuestro deportista y adaptar nuestro programa preventivo a su situación específica en cada momento.

Por último durante todo este proceso se debe educar al jugador y hacerlo consciente de sus riesgos y de cómo él puede influir para minimizarlos dentro de lo posible una vez que haya retornado a la competencia. Esta va a ser la mejor herramienta de prevención con la que podamos contar.

### Retorno a la Competencia

Como se explicó anteriormente el retorno a la competencia va a depender no solamente del tiempo transcurrido sino de la capacidad física física del individuo y su capacidad para superar las evaluaciones específicas.

En la actualidad se recomiendan tiempos más prolongados a los previamente establecidos ya que esto disminuye de forma considerable la tasa de re-lesiones, tanto de la

pierna operada como de la contralateral. Por esto mismo el tiempo debe ser mayor también en los menores de 18 años.

Obviamente cada caso va a ser distinto y el jugador junto con su cuerpo médico deberá evaluar su situación particular contemplando los posibles riesgos de una vuelta temprana para tomar un decisión.

Desde la CAH se recomienda no retornar a la competencia previo a los 9 meses de transcurrida la cirugía en adultos y 12 meses en menores de 18 años aún habiendo superado todas las evaluaciones correspondientes.

Las evaluaciones se van a dividir en evaluaciones de fuerza, de saltos, de capacidades físicas y psicometricas. Es importante tener valores previos de todos los planteles y actualizarlos continuamente para tener criterios comparativos los cuales el individuo debe alcanzar.

La fuerza se va a evaluar a través de los mismos tests que se realizan en las etapas 3 y 4 y a esto se le va a sumar una evaluación isocinética o con celdas de carga para tener un resultado objetivo. Es importante evaluar de esta manera tanto cuádriceps como isquiotibiales y no solo evaluar comparativamente con la pierna sana (ideal si tiene evaluacion pre-lesión) sino también la relación entre estos.

En cuanto a los tests de saltos estos van a ser nuevamente los mismos de las etapas anteriores y lo ideal es que los resultados sean iguales o aún mejores de los obtenidos previamente a la lesión. La simetría entre ambos miembros es fundamental tanto en los parámetros cuantitativos como cualitativos, es decir no solo en la distancia, altura, etc sino también en la calidad del gesto. Se recomienda filmar los tests para luego poder evaluar el gesto en cámara lenta y así tener mayor certeza a la hora de juzgar la calidad de estos.

En cuanto a las capacidades físicas se van a realizar tests de agilidad, de aceleración y de resistencia. Para la primera capacidad se recomiendan el T-Test de agilidad y el Illinois test. Nuevamente recalcar la importancia de tener valores previos los cuales el paciente debe superar. Se van a realizar sprints de 10 y 30 mts y el Yo-Yo Test para evaluar la resistencia intermitente.

Por último los tests psicométricos son de vital importancia, en esta guía recomendamos la utilización del ACL-RSI y la Tampa Scale de Kinesiofobia. Estas son evaluaciones autoadministradas con respuestas múltiples cuyo valor ya está asignado. Evalúan la confianza del paciente y el miedo a una re-lesión, por lo tanto es fundamental que puedan superar estas evaluaciones previo al alta deportiva.

Una vez transcurrido el tiempo correspondiente, superados todos los criterios clínicos

e instruido el paciente en su programa preventivo se otorga el alta para retornar a la competencia.

Es importante resaltar que el alta para el retorno a la competencia es un tema de discusión interdisciplinaria cuyas miradas van a dar certeza de la situación del deportista y su inclusión gradual al alto rendimiento.

#### PALABRAS FINALES:

La presente guía es el resultado del trabajo multidisciplinario que conforma esta Confederación, es una versión actualizada de cómo debe tratarse esta lesión tan importante como frecuente y devastadora para un deportista. Al pie de la misma se detalla la reseña bibliográfica que fue necesaria consultar para para la validación de dicho protocolo, que de ninguna manera debe ser la única realidad sino que solo representa una recomendación para todas aquellas personas involucradas en nuestro preciado deporte.

Cuerpo Medico-Kinesico CAH

## Bibliografía

1. Hughes, Mick and Cooper, Randall. "Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0".
2. Anderson, Allen F., et al. "The International Knee Documentation Committee subjective knee evaluation form: normative data." *The American journal of sports medicine* 34.1 (2006): 128-135.
3. Campanholi Neto, José, et al. "A Single Session of Testing for One Repetition Maximum (1RM) with Eight Exercises is Trustworthy." *Journal of Exercise Physiology Online* 18.3 (2015).
4. Crossley, Kay M., et al. "Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function." *The American journal of sports medicine* 39.4 (2011): 866-873.
5. Culvenor, Adam G., et al. "Predictors and effects of patellofemoral pain following hamstring-tendon ACL reconstruction." *Journal of science and medicine in sport* 19.7 (2016): 518-523
6. Filbay, S., Grindem, H. "Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture"
7. Freckleton, Grant, Jill Cook, and Tania Pizzari. "The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players." *British journal of sports medicine* (2013): bjsports-2013
8. Gregory D. Myer, Kevin R. Ford, Jane Khoury, Paul Succop and Timothy E. Hewett "Development and Validation of a Clinic-Based Prediction Tool to Identify Female Athletes at High Risk for Anterior Cruciate Ligament Injury" *Am J Sports Med* 2010 38: 2025
9. Gribble, Phillip A., Jay Hertel, and Phil Plisky. "Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review." *Journal of athletic training* 47.3 (2012): 339-357
10. Grindem, Hege, et al. "Nonsurgical or surgical treatment of ACL injuries: knee function, sports participation, and knee reinjury: the Delaware-Oslo ACL Cohort Study." *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 96.15 (2014): 1233
11. Grindem, Hege, et al. "Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study." *Br J Sports Med* (2016): bjsports-2016
12. Gustavsson, Alexander, et al. "A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction." *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 14.8 (2006): 778-788.
13. Hébert-Losier, Kim, et al. "Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults." *Physiotherapy* 103.4 (2017): 446-452.
14. Hewett, Timothy E, "Mechanisms, Prediction, and Prevention of ACL Injuries: Cut Risk With Three Sharpened and Validated Tools"
15. Jewiss, Daniel et al. "Open versus Closed Kinetic Chain Exercises following an Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis"
16. Kyritsis Polyvios et al "Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture"
17. Lauren H. Redler MD, Jonathan P. Watling MD, Elizabeth R. Dennis MD, Eric Swart MD & Christopher S. Ahmad MD (2015): Reliability of a Field-Based Drop Vertical Jump Screening Test for ACL Injury Risk Assessment, *The Physician and Sportsmedicine*, DOI: 10.1080/00913847.2016.1131107
18. Mandelbaum, Bert R., et al. "Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up." *The American journal of sports medicine* 33.7 (2005): 1003-1010.
19. P. Maulder, J. Cronin. "Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability" *Physical Therapy in Sport* 6 (2005) 74–82.
20. McGill, Stuart M., Aaron Childs, and Craig Liebenson. "Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 80.8 (1999): 941-94

21. Mentiplay, Benjamin F., et al. "Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: A reliability and validity study." *PloS one* 10.10 (2015): e0140822
22. Norkin, Cynthia C., and D. C. White. "Measurement of joint: A guide to goniometry." (1995): 88-9.
23. Noyes, Frank R., et al. "A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.3 (2012): 709-719.
24. Noyes, Frank R., Sue D. Barber, and Robert E. Mangine. "Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture." *The American journal of sports medicine* 19.5 (1991): 513-518.
25. Paterno, Mark V., et al. "Self-reported fear predicts functional performance and second ACL injury after ACL reconstruction and return to sport: a pilot study." *Sports health* (2017): 1941738117745806.
26. Reid, Andrea, et al. "Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction." *Physical therapy* 87.3 (2007): 337-349
27. Sachs, Raymond A., et al. "Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction." *The American journal of sports medicine* 17.6 (1989): 760-765.
28. Springer, Barbara A., et al. "Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed." *Journal of Geriatric Physical Therapy* 30.1 (2007): 8-15
29. Stephen, Kathrin, et al. "High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial." *Br J Sports Med*(2013): bjsports-2012
30. Sugimoto, Dai, et al. "Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis." *Br J Sports Med* (2014): bjsports-2014.4
31. Stillman, Barry C. "Physiological quadriceps lag: its nature and clinical significance." *Australian Journal of Physiotherapy* 50.4 (2004): 237-241
32. Sturgill, Lynne Patterson, et al. "Interrater reliability of a clinical scale to assess knee joint effusion." *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 39.12 (2009): 845-849.
33. Thorstensson, Carina A., et al. "Reduced functional performance in the lower extremity predicted radiographic knee osteoarthritis five years later." *Annals of the rheumatic diseases* 63.4 (2004): 402-407.
34. Webster, Kate E., Julian A. Feller, and Christina Lambros. "Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery." *Physical therapy in sport* 9.1 (2008): 9-15.
35. Wellsandt E, Failla MJ, Snyder-Mackler L. Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(5):334-338. doi:10.2519/jospt.2017.7285
36. Woby, Steve R., et al. "Psychometric properties of the TSK-11: a shortened version of the Tampa Scale for Kinesiophobia." *Pain* 117.1-2 (2005): 137-144.



