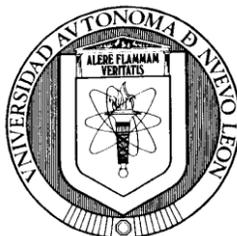


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

FACULTAD DE MEDICINA



LESIÓN DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL DE UN JUGADOR DE
FÚTBOL *SOCCER* PROFESIONAL, READAPTACIÓN Y REGRESO A LA
COMPETENCIA. REPORTE DE CASO

Por

MCP. ISMAEL CASTILLO ACOSTA

PRODUCTO INTEGRADOR:

REPORTE DE PRÁCTICAS

Como requisito para obtener el grado de

MAESTRÍA EN TERAPIA FÍSICA Y READAPTACIÓN DEPORTIVA

Asesores: Dra. Dulce Edith Morales Elizondo

Dr. Pedro Gualberto Morales Corral

Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed

San Nicolás de los Garza, Nuevo León abril de 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Terapia Física y Readaptación Deportiva integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Reporte de Prácticas titulada **“Lesión de la Musculatura Isquiotibial de un jugador de Fútbol Soccer Profesional, Readaptación y regreso a la Competencia. Reporte de Caso”** realizado por el MCP. Ismael Castillo Acosta, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Terapia Física y Readaptación Deportiva.

COMITÉ DE TITULACIÓN



Dr. Dulce Edith Morales Elizondo

Nombre del Asesor Principal

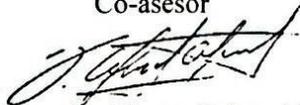
Asesor principal



Dr. Pedro Gualberto Morales Corral

Nombre del Co-asesor 1

Co-asesor



Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed

Nombre del Co-asesor 2

Co-asesor



Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera

Nombre del Subdirector

Subdirección de Estudios de Posgrado

A mis padres por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera como estudiante, quienes son los pilares de mi educación y en cada momento fomentaron e impulsaron en mí la perseverancia, el trabajo y la dedicación. Es a ellos a quienes dedico todos y cada uno de mis logros y metas cumplidas y por quienes seguiré adelante cumpliendo cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos quienes me enseñaron a nunca dejar de luchar por mis sueños y en los cuales encontré refugio, sabiduría y apoyo incondicional para cumplir cada meta.

A mi familia quien siempre me ha apoyado desde el inicio de mi carrera y a todo lo largo de ella y en quienes encuentro palabras de apoyo y de aliento en cada paso que doy.

A mi asesor y coasesores quienes me formaron con carácter crítico y analítico, a no conformarme y trabajar con calidad y sabiduría.

A todas las personas, maestros, compañeros y amigos que estuvieron aportando para el enriquecimiento de este trabajo.

Índice

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| Definición de lesión muscular isquiotibial..... | 6 |
| Anatomía y factores de riesgo..... | 7 |
| Fases de la reparación muscular | 8 |
| Diagnóstico y clasificación..... | 10 |
| Tratamiento y prevención | 12 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| Descripción del caso..... | 16 |
| Diagnóstico por Imagen..... | 17 |
| OBJETIVOS..... | 19 |
| General | 19 |
| Específico | 19 |
| JUSTIFICACION | 19 |
| RELEVANCIA Y PERTINENCIA SOCIAL..... | 20 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 21 |
| Retorno al entrenamiento y a la competencia..... | 21 |
| Retorno al entrenamiento y competencia en lesiones desgarró de isquiotibiales..... | 23 |
| DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN | 25 |
| Programa de Rehabilitación | 25 |
| Fase 1. Rehabilitación. Fisioterapia | 25 |
| Fase 2. Readaptación. Fortalecimiento..... | 29 |
| Fase 3. Readaptación. Capacidades Físicas..... | 31 |
| Fase 4. Readaptación. Ejercicio funcional y Gestos propios del Deporte | 33 |
| RETORNO A LA COMPETENCIA..... | 37 |
| DISCUSIÓN..... | 38 |
| CONCLUSIONES..... | 39 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 40 |

RESUMEN

Lesión de la Musculatura Isquiotibial de un jugador de Fútbol *Soccer* Profesional, Readaptación y regreso a la Competencia. Reporte de Caso

Nombre: MCP. Ismael Castillo Acosta

Institución: Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León

Localización: San Nicolás de los Garza, Nuevo León

Fecha: octubre 2022

Número de páginas: 43

La lesión de la musculatura Isquiotibial es una de las más comunes en los jugadores de fútbol soccer, en donde existen factores de riesgo relacionados con cada deportista y en donde se compromete su rendimiento individual (causando una pérdida de entrenamientos y juegos de competencia), colectivo y financiero de un equipo. Representa la afección más común de la extremidad inferior en el deportista de fútbol *soccer* (afectando la porción larga del bíceps femoral principalmente), seguida de los gemelos, aductores y cuádriceps.

Nuestro objetivo es diseñar un plan de fisioterapia y readaptación para un jugador joven de fútbol profesional con lesión en la porción larga del bíceps femoral, reportando la cronología y evolución de dicha lesión a través de sus diferentes fases hasta su regreso a la competencia deportiva.

Se describirá la patología, anatomía de la musculatura isquiotibial, factores de riesgo involucrados, su clasificación, así como su diagnóstico y plan terapéutico, su rehabilitación, plan de readaptación y vuelta a la competencia, así como medidas preventivas para dicha patología.

Este trabajo junto con su plan de rehabilitación y de readaptación pueden ser utilizados como referencia para la adecuación y diseños individualizados en jugadores de fútbol o en atletas en general en quienes se presenten este tipo de lesión.



Asesor Principal: Dra. Dulce Edith Morales Elizondo.

INTRODUCCIÓN

Definición de lesión muscular isquiotibial

La lesión muscular es el daño o alteración en la estructura normal del músculo, tanto en el componente contráctil, como en los componentes conectivos o la unión musculo-tendinosa del mismo. Este daño o disfunción puede ser producto de un estiramiento excesivo, la realización de una fuerza intrínseca más allá de la capacidad contráctil del músculo, o una combinación de ambos [1].

La prevalencia de las lesiones varía de acuerdo a la modalidad del deporte que se practique, con una frecuencia que varía del 20% al 60% de las lesiones musculares [2], cuyo origen está vinculado con una interacción multifactorial (factores externos e internos). La lesión isquiotibial representa la afección más común de la extremidad inferior en el deportista de fútbol *soccer*, seguida de los gemelos, aductores y cuádriceps. Los músculos isquiotibiales son los más comúnmente afectados por lesiones tanto en entrenamientos como en juego de competencia en el fútbol elite profesional, representando un 10% al 14% de las lesiones musculares [3,4], éstas corresponden aproximadamente al 37% de las lesiones por esfuerzo muscular [5,6]. La lesión isquiotibial compromete el rendimiento del deportista de manera individual y del equipo de forma integral, además de tener un efecto financiero negativo para el club [7].

Anatomía y factores de riesgo

Los músculos isquiotibiales están conformados por 3 músculos: bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso

Éstos tienen un origen común en la tuberosidad isquiática y una inserción distinta en la cabeza del peroné (bíceps femoral) y en la tibia (semimembranoso y semitendinoso), cuya principal acción es realizar una flexión de la pierna y una rotación medial y lateral.

La porción larga del bíceps femoral es el músculo mayormente afectado. La lesión muscular se presenta en músculos que realizan contracciones excéntricas de músculos biarticulares, formados predominantemente por fibras tipo II. Los mecanismos de lesión que se reporta con mayor frecuencia son: aceleraciones, acciones de alta velocidad, cambios de dirección, cambios súbitos de una función concéntrica a excéntrica [8].

Los factores de riesgo relacionados con la lesión muscular e isquiotibial tienen un componente multifactorial, que incluyen factores extrínsecos e intrínsecos (Tabla 1) [9].

Tabla 1. Factores de riesgo para las lesiones musculares e isquiotibiales

| Factores Intrínsecos (propios del deportista) | Factores Extrínsecos (externos) |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Aspectos Anatómicos<ul style="list-style-type: none">▪ Alineaciones articulares▪ Laxitud ligamentosa▪ Acortamientos musculares- Condición Física<ul style="list-style-type: none">▪ Fuerza▪ Flexibilidad▪ Coordinación▪ Resistencia▪ Equilibrio agonista/antagonista- Lesiones anteriores- Edad- Sexo- Composición corporal- Estado de Salud- Estado Psicológico | <ul style="list-style-type: none">- Motricidad específica del deporte<ul style="list-style-type: none">▪ Contacto corporal▪ Gestoformas repetitivas▪ Acciones de riesgo: saltos, sprints- Entrenamiento<ul style="list-style-type: none">▪ Dinámica de las cargas▪ Volumen (tiempo de exposición)▪ Relación carga/recuperación▪ Secuencia de medios de entrenamiento▪ Calentamiento- Competición<ul style="list-style-type: none">▪ Tiempo de exposición- Materiales<ul style="list-style-type: none">▪ Pavimento▪ Protecciones- Ambientales (estrés térmico) |

Nota: Esta tabla enlista los factores de riesgo a presentar lesiones musculares de isquiotibiales. Tomado de Martínez LC. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. 2008; 43:30-40 y elaborado por Castillo y colaboradores [9].

Se han identificado diversos factores de riesgo relacionados con la lesión muscular isquiotibial, entre los que destacan la edad, historia de lesión previa o recurrencia de la lesión

de la musculatura isquiotibial, etnicidad o grupo racial; considerados como factores de riesgo no modificables. Por otra parte, existen factores de riesgo modificables, por ejemplo, la fuerza, flexibilidad y fatiga de la misma naturaleza de la musculatura isquiotibial [10].

Entre los mecanismos predominantes para la lesión isquiotibial, se encuentran las acciones de alta velocidad, saltos, correr, donde se involucran las contracciones excéntricas de dicha musculatura. Dado que se considera como una musculatura biarticular, su riesgo de lesión aumenta notablemente debido a las acciones explosivas, producidas predominantemente por las fibras de contracción rápidas, además de la alta tensión que se experimenta en las dos articulaciones [11,12].

Fases de la reparación muscular

La reparación del músculo esquelético se puede dividir en 3 fases:

- 1.- La fase inflamatoria.
- 2.- La fase degenerativa y vascularización.
- 3.- La fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica.
- 4.- La fase de remodelación.

La fase inflamatoria

Comienza al instante de producirse la lesión, suele tener una duración de 2 a 3 días dependiendo del tamaño y la extensión de la ruptura muscular, tiene como objetivo eliminar todas las sustancias nocivas y limpiar los tejidos. Los puntos sobre esta fase son: no realizar inmovilización con sistemas rígidos como la férula posterior ya que produce acortamiento y otros efectos secundarios a la inmovilización (13). Se utiliza la crioterapia, aunque hay controversia sobre el tiempo y la frecuencia de su aplicación debido a que se ha demostrado que una aplicación excesiva produce una disminución del metabolismo celular y una disminución en la velocidad del proceso de reparación muscular (14). Medicamentos como el Paracetamol o Metamizol no interfieren con los procesos bioquímicos durante esta fase (15). La elevación de la extremidad, el reposo deportivo y los vendajes compresivos son altamente recomendables con el propósito de mejorar el drenaje venoso, el flujo sanguíneo y

la reabsorción del hematoma (16). Se debe de evitar el uso de anti inflamatorios, ya que afecta en gran medida a las reacciones bioquímicas presentes en la inflamación, lo que hace que la recuperación muscular sea más lenta (17). Los beneficios de una movilización temprana se han descrito y probado siempre y cuando estén libres de dolor. La evacuación del hematoma es recomendada en la presencia de una gran cantidad de sangre, causando dolor intenso y síntomas de compresión neurovascular. Los hematomas intermusculares siempre deberán evacuarse. Sin embargo, los hematomas intramusculares que no han causado una ruptura completa de los extremos de la fibra lesionada, no requieren la evacuación del hematoma (18). Los estudios de imagen son recomendables entre las 48 y 72 hrs de la aparición de la lesión.

La fase degenerativa y de vascularización

Comienza desde el inicio de la lesión hasta los 14 días. La continuación de las medidas terapéuticas aplicadas durante la fase antiinflamatoria dependerá de los hallazgos clínicos y del dolor del atleta. Se recomienda iniciar las contracciones musculares de acuerdo a la tolerancia del dolor, estiramiento indoloro y ejercicios isométricos. La condición aeróbica del atleta es también una preocupación y debe mantenerse con ejercicios acuáticos similares. Debe de haber un incremento en la técnica deportiva específica para cada deporte, evitando usar el sitio lesionado para mantener la condición física y la propiocepción. Técnicas semi invasivas como la punción seca y la electrólisis percutánea en el sitio de la lesión no están indicadas, sin embargo, algunos autores realizan estas técnicas en sitios perilesionales para tratar complicaciones y contracturas musculares secundarias (19). Las técnicas de fisioterapia que incrementan la vascularización en el sitio de la lesión y las técnicas de termoterapia son altamente recomendadas junto con la terapia enzimática por vía oral para intensificar y acortar el proceso de degradación de la lesión de la fibra y la matriz extracelular, así como otras sustancias que aumentan la vascularización del sitio de la lesión (20).

La fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica

Se considera que la duración de esta fase incluye 4 semanas después de la aparición del desgarro de la fibra muscular. Continúan los ejercicios de estiramiento y un incremento en las demandas musculares indicando ejercicios de contracción isométrica, concéntrica y excéntrica, considerando sus cargas, frecuencia y el ángulo de carga, ya que las contracciones excéntricas inadecuadas pueden provocar la aparición de relesión muscular (21). Los movimientos fundamentales de la técnica deportiva pueden iniciarse, lo que lleva a técnicas específicas para cada deporte, teniendo en cuenta los síntomas clínicos y el dolor muscular mientras se entrenan. Las sustancias y técnicas anti-fibróticas son muy recomendables en esta fase, así como la provisión de proteínas y suplementos metabólicos en caso de nutrición deficiente. Un ambiente rico en aminoácidos parece favorecer la reparación de las lesiones musculares (22). Los estudios de ecografía programados pueden permitir la evaluación de los desgarros musculares y controlar su evolución (23).

La fase de remodelación

Esta es la etapa final hacia la adaptación de la carga de trabajo y la técnica deportiva. Desde el punto de vista clínico, al paciente se le da el alta para comenzar entrenamientos específicos del deporte cuando las técnicas deportivas básicas no tienen dolor y muestran el mismo rango de movilidad que la extremidad no afectada. Sin embargo, los estiramientos y las contracciones sin dolor, que representan del 80 al 85% de la fuerza muscular contralateral, demuestra una adecuada velocidad de contracción, se pueden realizar en esta fase (24).

Diagnóstico y clasificación

El diagnóstico de la lesión muscular isquiotibial se realiza mediante una anamnesis detallada [25], así como una exploración física completa [26], acompañada de una clasificación histopatológica y métodos de imagen dentro de los cuales los más utilizados son el ultrasonido musculoesquelético (US) y la resonancia magnética nuclear (RMN) [27,28]. Lo anterior permite clasificar a las lesiones isquiotibiales de acuerdo a los métodos previamente descritos (Tablas 2-5). Durante el examen físico el fisioterapeuta o médico de equipo encontrará sensibilidad en el área lesionada, dolor en la contracción y estiramiento, así como incapacidad funcional de la extremidad afectada y posiblemente hematomas.

Tabla 2. Anamnesis

| Anamnesis | Sí | No | Observaciones |
|--|----|----|-------------------------|
| Lesión previa de la misma estructura | | | |
| Otra susceptibilidad a lesión muscular | | | |
| Entrenamiento | | | Inicio/Mitad/Final |
| Partido | | | Inicio/Mitad/Final |
| Recuerdas el momento lesional | | | Chut/Sprint/Salto/Otros |
| ¿Has podido continuar? | | | |
| ¿Has mejorado? | | | |

Nota: Tabla de anamnesis dirigida para evaluación de mecanismo de lesión, tomada del Servicios médicos del fútbol club Barcelona. Guía de práctica clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. 2009; 164:179-203 [25].

Tabla 3. Exploración física

| Exploración | Sí | No | Observaciones |
|--|----|----|-----------------------------------|
| Tiempo de evolución | | | |
| ¿Presenta equimosis? | | | |
| ¿Presenta deformidades musculares? | | | |
| Puntos dolorosos | | | Topografía: |
| Espasmo muscular | | | Cuál: |
| ¿Es posible la contracción contra manual? | | | Isométrica/Concéntrica/Excéntrica |
| ¿Es dolorosa la contracción activa? | | | Isométrica/Concéntrica/Excéntrica |
| ¿Es mayor la capacidad de estiramiento pasivo? | | | |
| ¿Es doloroso el estiramiento pasivo? | | | |

Nota: Tabla de Exploración física para las lesiones musculares e isquiotibiales, tomada del Servicios médicos del fútbol club Barcelona. Guía de práctica clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. 2009; 164:179-203 [26]. Elaborado por Castillo y colaboradores.

Tabla 4. Clasificación histopatológica

| Nomenclatura | Estadíos | Características | Pronóstico |
|---|-----------|--|----------------|
| Contractura y/o DOMS | Grado 0 | Alteración funcional, elevación de proteínas y enzimas. Aunque hay destrucción leve del parénquima muscular se considera un mecanismo de adaptación. | 1-3 días |
| Microrrotura fibrilar y/o elongación muscular | Grado I | Alteración de pocas fibras y poca lesión del tejido conectivo. | 3-15 días |
| Rotura fibrilar | Grado II | Afecciones de más fibras y más lesiones del tejido conectivo, con la aparición de un hematoma. | 3 a 8 semanas |
| Rotura muscular | Grado III | Rotura importante o desinserción completa. La funcionalidad de fibras indemnes es del todo insuficiente. | 8 a 12 semanas |

DOMS (*delayed onset muscular soreness*).

Nota: Tabla de Clasificación histopatológica para las lesiones musculares e isquiotibiales, tomada de Balius R. Patología muscular en el deporte. Barcelona: Masson; 2005. D [27]. Elaborado por Castillo y colaboradores.

Tabla 5. Clasificación por imagen

| Nomenclatura | Estadíos | Ecografía musculoesquelética | RMN |
|---|-----------|--|---|
| Contractura y/o DOMS | Grado 0 | Signos inconstantes. Edema entre fibras y miofascial y aumento de vascularización local. | Edema intersticial e intramuscular. Aumento de la señal en T2 y secuencias de supresión de grasa. |
| Microrrotura fibrilar y/o elongación muscular | Grado I | Mínima solución de discontinuidad, edema entre fibras y líquido interfascial (signo indirecto). | Aumento de la señal intersticial y ligeramente intermuscular. |
| Rotura fibrilar | Grado II | Claro defecto muscular, líquido interfascial y hematoma. | Mucha señal intersticial, defecto muscular focal, aumento de señal alrededor del tendón. |
| Rotura muscular | Grado III | Disrupción completa muscular y/o tendón, con retracción de la porción desinsertada del músculo (muñón evidente). | Disrupción completa muscular y/o tendón, con retracción. |

Nota. Clasificación para las lesiones musculares e isquiotibiales de acuerdo a estudios por imagen RMN, resonancia magnética nuclear; DOMS, (*delayed onset muscular soreness*). Tomada de Balias R, Rius M, Combalia A. Ecografía muscular de la extremidad inferior. Barcelona: Masson; 2005. D [28]. Elaborado por Castillo y colaboradores.

Tratamiento y prevención

El tratamiento de las lesiones isquiotibiales idealmente está encaminado a tener una movilización y funcionalidad precoz, sobre todo a partir del tercer día. Esto último permite aumentar la vascularización del tejido muscular lesionado y la regeneración de sus fibras musculares; así mismo, mejora la fase de reparación y evita cicatrices fibrosas, lo que conlleva a la recuperación de las características elásticas y contráctiles del músculo.

Dentro de la primera fase del tratamiento de las lesiones musculares, la cual transcurre dentro del primer y el tercer día posterior a la lesión, existe un consenso general que consiste en el denominado acrónimo *RICE* (reposo deportivo, hielo, compresión y elevación). La inmovilización junto con la crioterapia disminuye el hematoma, la inflamación y aceleran la reparación. La compresión de la lesión muscular, tiene un efecto antiinflamatorio muy potente.

La segunda fase de la lesión muscular, la cual comprende del tercer al quinto día, se debe de comenzar con una adecuada movilización temprana y progresiva para realizar los siguientes ejercicios y trabajo complementario de una manera gradual, de acuerdo al grado de tolerancia del dolor, por ejemplo:

1. Activación muscular:

(a) Ejercicios isométricos. Se deben de realizar de manera progresiva y de intensidad máxima hasta la aparición del dolor tolerable de acuerdo a la escala visual analógica (EVA), se deben de usar diversas amplitudes, posiciones y ángulos. Por ejemplo: ejercicios isométricos en 3 amplitudes con un tiempo de contracción de 5 segundos y de relajación de 2 segundos.

2. Trabajo complementario:

(a) Trabajo sobre la estabilización y movilización de la cintura lumbopélvica. Los cuales son ejercicios o programas orientados a mejorar el *core stability*, para mejorar y prevenir las lesiones del aparato locomotor.

(b) Terapia Física. Se utiliza electroterapia con efecto analgésico, ultrasonido, diatermia.

(c) Estiramientos. El estiramiento en esta fase deberá de ser sin dolor, el más aconsejable y de menor riesgo es el estiramiento activo, para mejorar las condiciones elásticas del músculo lesionado y evitar o disminuir el riesgo de cicatrices fibrosas.

(d) Mantenimiento cardiovascular. Se continúa el trabajo sobre las estructuras no lesionadas y utilizar ejercicios en alberca, bicicleta estática, según lo permita el músculo o grupo muscular afectado. Con respecto al músculo o grupo muscular que se encuentra afectado, se permitirá realizar caminata a partir del tercer día de 30 min y progresivamente se aumentarán 10 min diarios, siempre respetando el dolor el cual deberá de ser tolerable; de esta manera se realizará la progresión hasta que el deportista pueda realizar la carrera.

A partir del séptimo día no se cuenta con un tratamiento estándar aplicable a la lesión muscular y cada autor o cuerpo médico incorporará de manera progresiva diversos ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, incrementos de la carrera continua, ejercicios específicos del músculo o grupo muscular afectado, así como ejercicios específicos de acuerdo al deporte y a su posición.

Existen otros tratamientos, por ejemplo, la farmacopea mediante antiinflamatorios no esteroideos (AINES), que implicaría disminuir la fase inflamatoria y desencadenar mecanismos alusivos a la fase regenerativa (particularmente dentro de las primeras 48 horas). Por otra parte, las infiltraciones con potentes agentes antiinflamatorios esteroideos y moduladores de la cascada de citoquinas en el sitio de la lesión han mostrado ser efectivos, al igual que con el uso del plasma rico en plaquetas (PRP); sin embargo, la evidencia clínica respecto a la reducción en la morbilidad y recuperación aun es limitada [29].

Respecto a la prevención de la lesión isquiotibial, un aspecto fundamental durante el período de entrenamiento y competencia, es el control del entrenamiento, en él se incluyen todos los aspectos que permiten una adecuada retroalimentación, para poder así adaptar el proceso del entrenamiento en caso de ser necesario. Uno de los aspectos que modifican estos programas son las lesiones deportivas, las cuales interrumpen el proceso de entrenamiento de una manera parcial o total.

La propia actividad física conlleva el riesgo de producir una lesión; sin embargo, se puede disminuir el riesgo mediante la prevención o conseguir que su evolución sea más favorable y reincorporar al deportista de una mejor manera, segura y en el menor tiempo posible. Hasta hace un tiempo todos los esfuerzos se concentraban en el tratamiento terapéutico del trauma desde un punto clínico. Sin embargo, recientemente se han desarrollado estrategias enfocadas en la prevención y en la readaptación de las lesiones en el deportista.

Existen algunas medidas que se pueden emplear dentro de la actividad física como medidas de prevención primaria:

1. Análisis postural y desequilibrios artromusculares:

La afectación del aparato locomotor, su integridad y equilibrio se asocia a lesiones deportivas. Las desalineaciones y desequilibrios artromusculares también son una fuente de problemas para los deportistas. Por tal motivo un programa preventivo deberá incluir ambas valoraciones, además de un análisis plantar. Se deberán de incluir test para valorar la flexibilidad y la movilidad articular, ya sea con observación directa o con valoraciones goniométricas. La valoración de la fuerza es importante para identificar desequilibrios musculares y se puede valorar con pruebas sencillas o por medio de isocinética.

2. Calentamiento:

La eficacia de este se explica por el cambio de las propiedades visco elásticas de los tejidos, con aumento de temperatura o una mejora de las condiciones metabólicas. Este contenido junto con otros como por ejemplo la movilidad articular, la carrera progresiva. Entrenamientos propioceptivos constituyen una eficacia preventiva importante (Tabla 6) [30].

Tabla 6. Protocolo de calentamiento con objetivo preventivo

Ejercicios de calentamiento: 1 repetición de 30 segundos cada ejercicio:

- Trote de ida y vuelta
- Carrera hacia atrás
- Carrera hacia delante elevando rodillas y soltando piernas
- Carrera lateral cruzando piernas (cariocas)
- Carrera lateral balanceando brazos
- Carrera hacia delante con rotaciones de tronco
- Carrera hacia delante con paradas intermitentes
- Carrera de velocidad

Técnica: 1 ejercicio de los siguientes en cada sesión, durante 4 min y 5 x 30 segundos c/u:

- Paradas y pivotajes variados
- Lanzamientos en salto y recepciones

Equilibrio

Sobre una tabla de equilibrio, 1 ejercicio durante cada sesión de entrenamiento, 4 min de duración y 2 x 90 segundos cada uno:

- Pases con balón en equilibrio bipodal sobre plato inestable
- Sentadillas con una o dos piernas sobre plato inestable
- Pases en apoyo unipodal sobre plato inestable
- Botes de balón con ojos cerrados sobre plato inestable

Fuerza

2 minutos más 3 x 10 repeticiones cada ejercicio:

- Sentadillas hasta 80° de flexión de rodillas
- Rebotes (multisaltos)
- Saltos horizontales (zancadas)
- Saltos horizontales con pies juntos
- Flexión y extensión de tronco y cadera, en posición de rodillas (ejercicio Nórdico)

Nota. Programa de ejercicios de calentamiento para prevención de lesiones. Tomado de Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. Br J Sports Med. 2005; 330:449-52. [30]. Elaborado por Castillo y colaboradores.

3. Trabajo de flexibilidad:

La falta de flexibilidad muscular y un elevado tono en los músculos antagonistas, favorecen las lesiones deportivas, especialmente las lesiones musculares. El realizar estiramientos junto con el calentamiento puede prevenir una lesión muscular, aunque hay opiniones encontradas por las técnicas que se utilizan para ello. La propuesta que más se emplea para la prevención de lesiones es realizar estiramientos estáticos por más de 15 s junto con facilitación neuromuscular propioceptiva.

4. Trabajo de fuerza:

Diversos factores son los que determinan la protección en lesiones deportiva, por ejemplo: el grado de fuerza muscular, propiedades funcionales del músculo en el ejercicio y su función en las articulaciones de carga como rodilla y tobillo.

5. Trabajo postural y equilibrio muscular:

Los desequilibrios del tono muscular, los grados de acortamiento y fiereza son factores que se encuentran dentro de los programas preventivos.

6. Trabajo excéntrico:

El desarrollo de protocolos de ejercicios excéntricos ha demostrado ser eficaz en la reducción de las lesiones musculares.

7. Trabajo propioceptivo.

Recientemente la atención ha sido dirigida a los factores de riesgo que son modificables, los cuales pueden ser trabajados o desarrollados por medio de diversas intervenciones [31]. Estos factores de riesgo incluyen la fuerza isocinética excéntrica flexora de la rodilla y los desbalances musculares [32]. En estudios recientes se han identificado debilidades musculares excéntricas durante el ejercicio Nórdico de isquiotibiales como un factor de riesgo para futuras lesiones isquiotibiales [33]. Sin embargo, no se ha identificado en la literatura científica una relación de la prevalencia de la lesión de la musculatura isquiotibial de acuerdo al grupo racial del deportista. Por otra parte, la prevalencia de la lesión isquiotibial es altamente variable, por lo que estas cifras no representan un contexto específico en cuanto a su marco epidemiológico global.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción del caso

Masculino de 17 años de edad sin antecedentes médicos de importancia, APP negados, APNP negados, jugador profesional de fútbol soccer de la categoría Sub 18 del Club de Fútbol Monterrey, medio de contención cuyo entrenamiento consta de 2 horas por día de lunes a viernes y participación en juegos de competencia los sábados con una duración de 2 horas por juego oficial, quien, al realizar un ejercicio de aceleración con cambio de dirección (Test

RAST) como protocolo de pruebas físicas al finalizar la temporada regular, presentó dolor en la parte posterior del muslo izquierdo, el cual lo incapacitó de realizar sus actividades deportivas.

A la exploración física se encontró dolor (8/10 en escala de EVA) a la palpación en el muslo posterior izquierdo, al realizar estiramientos pasivos, además de dolor a la contracción de dicha musculatura e incapacidad funcional, no se observó hematoma.

Se retiró de la práctica deportiva y se inició tratamiento (*RICE*), posterior a las 48 hrs del evento se realizó un estudio de imagen (RMN) para valorar la extensión de la lesión y realizar un pronóstico de la misma, evidenciando un *Desgarro muscular grado II de la cabeza larga del Bíceps Femoral izquierdo*.

Diagnóstico por Imagen

Resonancia Magnética Nuclear (RMN)

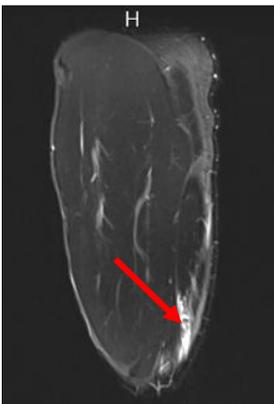
La Resonancia magnética nuclear mostró en el corte coronal en secuencia T2 se observó un aumento de volumen e intensidad a nivel de la cabeza larga del Bíceps Femoral izquierdo. (figura 1). En el Corte sagital en secuencia T2 se observó un aumento de volumen e intensidad a nivel de la cabeza larga del Bíceps Femoral izquierdo (figura 2). El corte transversal en secuencia T2 mostró un aumento de volumen e intensidad a nivel de la cabeza larga del Bíceps Femoral izquierdo (figura 3). El informe médico del médico especialista en radiología reporto: “*Lesión grado II incipiente y focal de la cabeza larga del Bíceps Femoral izquierdo*”

Figura 1. Corte coronal



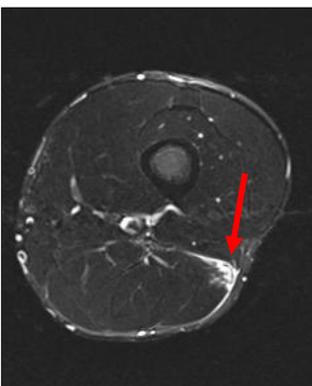
Nota. Imagen por Resonancia Magnética Nuclear, corte coronal, secuencia T2. Tomado del estudio original del paciente.

Figura 2. Corte sagital



Nota. Imagen por Resonancia Magnética Nuclear, corte sagital, secuencia T2. Tomado del estudio original del paciente.

Figura 3. Corte transversal



Nota. Imagen por Resonancia Magnética Nuclear, corte transversal, secuencia T2. Tomado del estudio original del paciente.

OBJETIVOS

En este trabajo nos planteamos el objetivo de:

General

Diseñar una estrategia de tratamiento de fisioterapia y un plan de readaptación deportiva en un jugador de fútbol profesional con lesión de la musculatura isquiotibial.

Específico

Fase I. Semana 1. Manejo de dolor e inflamación.

Fase I a. Semana 2. Manejo del dolor e inflamación e inicio de la actividad física.

Fase II. Semana 3. Fortalecimiento muscular.

Fase III. Semana 4. Fortalecimiento muscular y capacidades físicas.

Fase IV. Semana 5. Ejercicio funcional y gestos propios del deporte.

JUSTIFICACION

El desarrollo y ejecución de protocolos de rehabilitación y readaptación deportiva relacionados con las fases de la reparación muscular son de gran importancia ya que los protocolos y ejercicios se desarrollarán de acuerdo a los procesos fisiológicos de la reparación del daño muscular, por tal motivo no se adelantarán los ejercicios y se diseñarán de acuerdo a cada fase.

Se elaborará un protocolo individual para cada atleta, el cual se desarrollará de acuerdo a las fases establecidas, dependiendo del tipo de lesión y localización. El atleta seguirá el protocolo de acuerdo a las fases establecidas, sin omitir alguna, hasta su recuperación y vuelta al deporte. De no seguir el protocolo de acuerdo a lo establecido, a las cargas de trabajo y a la progresión de ejercicios, tendría un efecto nocivo para su recuperación con una alta probabilidad de reincidencia de su lesión.

De acuerdo a estadísticas, hace 1 año se presentaron 6 lesiones de la musculatura isquiotibial durante una temporada regular en jugadores de la categoría Sub 18 de un club profesional,

de los cuales 2 de ellos tuvieron una reincidencia de su lesión inicial, impidiéndoles participar en entrenamientos y competencias oficiales por un periodo mayor a 6 semanas.

RELEVANCIA Y PERTINENCIA SOCIAL

La elaboración, desarrollo y ejecución de estos planes de rehabilitación y readaptación deportiva tienen gran importancia debido al gran impacto que genera este tipo de lesiones por la pérdida de días de entrenamiento y de competencia de los atletas. Conociendo las diferentes fases de la reparación muscular y adecuándolas a las diferentes fases de estos planes se puede brindar un seguimiento individual de cada atleta y controlar de manera más eficaz cada proceso de su recuperación, para evitar en la medida de lo posible una reincidencia de su lesión.

Al término de cada plan de trabajo y con nuestro atleta re incorporado de manera total a los entrenamientos y juegos oficiales de competencia, se deberá continuar un plan de ejercicios preventivos, los cuales estarán enfocados en mantener tanto la fuerza, flexibilidad de la musculatura isquiotibial.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Retorno al entrenamiento y a la competencia

El término retorno a la competencia fue definido por la declaración de consenso desarrollada por la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos y por el Colegio Americano de Medicina del Deporte como el proceso de la toma de decisiones para devolver a un atleta lesionado o enfermo a la práctica o a la competencia. Esto conduce a la autorización médica de un atleta para su plena participación en el deporte (34).

Esta definición significa un regreso al entrenamiento y a la competencia de manera completa. Sin embargo, el retorno a la competencia en el fútbol es complejo y a menudo implica un periodo de reintegración progresiva, en donde el jugador no necesariamente participa de manera completa en todas las actividades del equipo. Este periodo varía según factores como el tipo de lesión y la cantidad total de tiempo sin entrenamiento completo.

El término retorno al entrenamiento se define como el comienzo cuando el jugador es reintegrado de manera parcial a la práctica deportiva con posibles restricciones dentro del equipo.

El retorno al entrenamiento está basado en criterios clínico-funcionales. Mientras que el retorno a la competencia está basado en criterios de rendimiento funcional (35).

La decisión del retorno al entrenamiento deberá ser basado en valoraciones clínicas, de imagen y pruebas funcionales. Los siguientes puntos deberán identificarse y seguirse para cada tipo de lesión muscular:

1. Identificación de la prueba clínica adecuada dependiendo del tipo de lesión muscular.
2. Identificar protocolos de imagen adecuados dependiendo del tipo de lesión muscular (36).
3. Identificar pruebas de laboratorio adecuados al déficit funcional para el tipo de lesión muscular.
4. Identificación de pruebas de campo específicas al déficit funcional para el tipo de lesión muscular.

La decisión del retorno a la competencia, que sigue al de retorno al entrenamiento, es una evaluación basada en la funcionalidad y la capacidad de rendimiento en lugar de la clínica

funcional. Se considera utilizar el GPS (sistema de posicionamiento global), el cual informa criterios objetivos (37).

El papel de las pruebas de imagen en el proceso de la toma de decisión para el retorno al entrenamiento o a la competencia son debatidas. En los casos de retorno a la competencia después de 29-49 días de la lesión, entre el 50 % y 90% de los atletas muestran señales anormales en la RMN (Resonancia Magnética Nuclear), por ejemplo, hiperintensidad en el área de la lesión (38). Además, una señal anormal en el ultrasonido se puede obtener en el 32% de los examinados (39).

Las señales tanto de la resonancia magnética nuclear como del ultrasonido se normalizan después de un promedio de 6 meses (40).

De acuerdo a la declaración del consenso italiano (2020) las decisiones del retorno al entrenamiento y competencia en las lesiones de la musculatura isquiotibial fueron revisadas y reportadas bajo 5 subtemas:

1. Epidemiología

Las lesiones de isquiotibiales son las lesiones más frecuentes en el fútbol y representan cerca del 17% de todas ellas (41). Un equipo de fútbol profesional presenta un promedio de 10 lesiones de isquiotibiales por temporada. Esto da como resultado un promedio de 90 días de tiempo perdido por lesión, y un promedio de entre 15 y 21 partidos perdidos por equipo por temporada. El rango de incidencia de la lesión isquiotibial es de 0.87 a 0.96 por cada 1000 horas de exposición (entrenamiento y juego) (42).

2. Evaluaciones clínicas y de imagen para el retorno al entrenamiento

Ausencia de síntomas clínicos

Ausencia de dolor o sensibilidad durante la palpación muscular.

Ausencia de dolor a la flexibilidad activa y pasiva.

Ausencia de dolor a la contracción isométrica, concéntrica y excéntrica.

Finalización del programa de rehabilitación prescrito.

Valoraciones mediante ultrasonido y resonancia magnética nuclear.

Sensaciones subjetivas del jugador (43).

3. Exámenes de laboratorio para el retorno al entrenamiento

Evaluación de la fuerza muscular de los isquiotibiales mediante un dinamómetro (44).

4. Pruebas de campo

Pruebas de campo recomendadas después de una lesión de isquiotibiales: Prueba de agilidad de Illinois, Prueba de frenado y carrera hacia atrás (45).

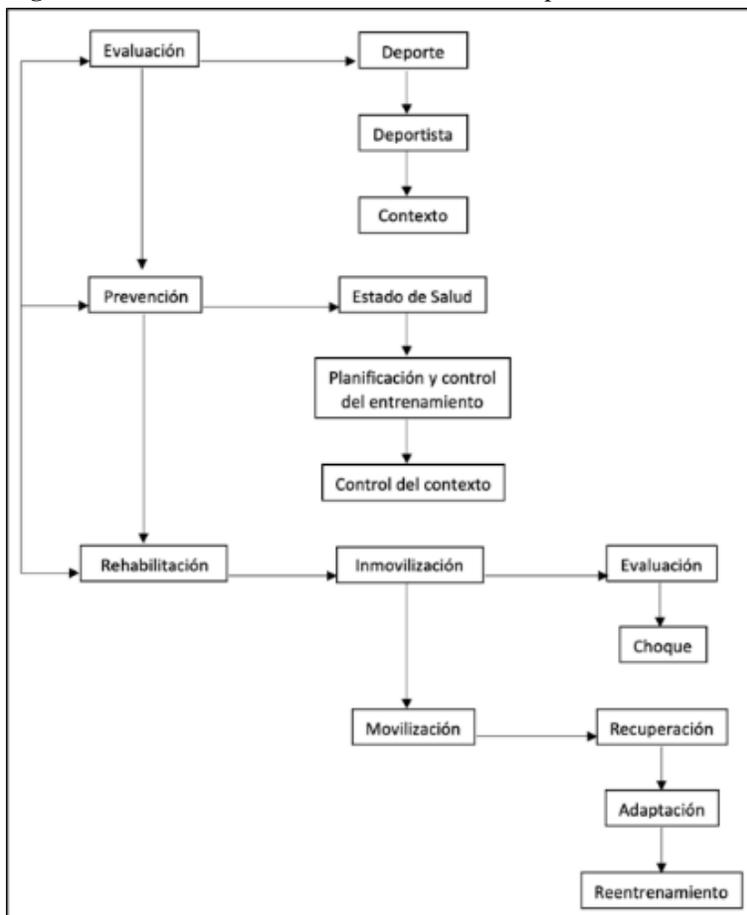
La decisión para el retorno a la competencia está basada en evaluaciones de rendimiento y se recomienda seguir las siguientes guías:

1. El período de adquisición de datos debe comenzar desde el primer día del retorno al entrenamiento e incluir un período de al menos 7-10 días.
2. Durante este período, las sesiones de entrenamiento deberán ser grabadas mediante tecnología GPS.
3. Es necesario identificar varias sesiones típicas de la última semana previa a la lesión y del período posterior al retorno al entrenamiento en el que basar un retorno a la función normal (46).

Retorno al entrenamiento y competencia en lesiones desgarro de isquiotibiales

Las lesiones constituyen contratiempos que no pueden evitarse, puesto que la propia actividad conlleva el riesgo de que se produzcan. Sin embargo, se puede conseguir que el riesgo disminuya (prevención) o que su evolución sea más favorable y que su incorporación sea en el menor tiempo posible (recuperación funcional y readaptación física). En los últimos tiempos los intereses se han orientado al desarrollo de estrategias multidisciplinarias relacionadas con la prevención y readaptación de lesiones deportivas. Por tal motivo se ha adoptado un modelo de intervención general, que incluye una evaluación global deportiva, una adecuada prevención de los factores que predisponen a una lesión y un trabajo asegurando una recuperación completa (Figura 4) [47].

Figura 4. Modelo de intervención ante lesiones deportivas



Nota. Modelo general de intervención integral ante las lesiones deportivas Tomado de Rodríguez LP, Gusi N. Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas. Madrid: Síntesis; 2002. [47]

Para establecer un programa con metas específicas de readaptación es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Sitio de lesión
2. Grado de lesión
3. Fases de la inflamación
4. Posición del jugador

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Programa de Rehabilitación

El programa de rehabilitación y readaptación tuvo una duración de 5 semanas a partir del día de la lesión, cada una de las fases tuvo una duración de 1 semana, las cuales estuvieron delimitadas por alcanzar los objetivos y metas de cada una.

Fase 1. Rehabilitación. Fisioterapia

En este periodo el atleta se encuentra en la fase inflamatoria (semana 1) y en la fase degenerativa y de vascularización (semana 1 y 2) de su lesión muscular, por lo que los objetivos terapéuticos están orientados a disminuir el dolor, la inflamación y así mismo iniciar la actividad física con ejercicio aeróbico e isométrico. Se inicia la suplementación y nutrición enfocadas a la cicatrización y reparación de la lesión y a mantener su composición corporal. Esta fase constó de 2 semanas en donde al término de cada una de ellas se valoró al atleta para su evolución clínica y para su cambio de fase.

Semana 1

Objetivo: Manejo de Dolor e inflamación

Suplementación: HMB 2 (β -hidroxi- β -metilbutirato), 3 gr diario, Omega 3, 1 gr, Aminoácidos.

Nutrición: Fecha de inicio: 09/12/2020 Dieta hiperproteica-normocalórica, 24 gramos de proteína de suero de leche, 5 gr de creatina.

Tratamiento: En esta fase se le aplicó tratamiento con medios físicos y equipo de fisioterapia para disminuir el dolor y la inflamación, además de tratamiento vía oral y vendaje compresivo para disminuir la inflamación. [Ver tabla 7].

Evolución: Al finalizar esta etapa el jugador presentó una disminución del dolor (5/10 EVA) a la palpación.

Tabla 7. Fase 1

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|---|---|---------|
| -Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | - CHC 10 minutos | - CHC 10 minutos | - CHC 10 minutos | |
| - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | D |
| -Analgésicos | -Analgésicos | -Analgésicos | - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | E |
| - Vendaje compresivo | - Vendaje compresivo | - Vendaje compresivo | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | C |
| | | | -Analgésicos | -Analgésicos | -Analgésicos | A |
| | | | | | | N |
| | | | | | | S |
| | | | | | | O |

Nota. Fase 1 del programa, semana 1, relacionado con la fase de inflamación en la cual se encontraba el atleta. TENS (Transcutaneous Electrical Nervious Stimulation), Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea; CHC (Compresa Húmedo Caliente); US (Ultrasonido). Autor *Castillo A. I.*

Semana 2

Objetivo: Manejo de Dolor, inflamación e Inicio de la Actividad Física

Suplementación: HMB 2 (β -hidroxi- β -metilbutirato), 3 gr. diarios, omega 3, 1 gr. diario, aminoácidos.

Nutrición: Dieta hiperproteica-normocalórica, 24 gramos de proteína de suero de leche, 5 gramos de creatina.

Tratamiento: En esta fase se continúa el tratamiento con medios físicos para disminuir el dolor y la inflamación y se comienzan a realizar ejercicios isométricos para del fortalecimiento muscular. [Ver tabla 8].

Evolución: Al finalizar esta etapa el jugador presentó una disminución del dolor (0/10 EVA) a la palpación y realización de ejercicios isométricos que activan dicha musculatura.

Tabla 8. Fase 1

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--|--|--|---|---|---|---------|
| - CHC 10 minutos | - CHC 10 minutos | - CHC 10 minutos | |
| - Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | - Crioterapia 20 minutos | D |
| - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | - TENS 250 Hz 20 minutos | -CI 20 minutos | - CI 20 minutos | - CI 20 minutos | S |
| - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | - US pulsado 1.0 W/cm2 a 1 MHz 5 minutos | C |
| -Analgésicos | -Analgésicos | -Analgésicos | - Masaje Cyriax | - Masaje | - Masaje | A |
| | | | - Bicicleta 10 min. | - Bicicleta 10 min. | - Bicicleta 10 min. | N |
| | | | - Ejercicios Isométricos para fuerza en muslo | - Ejercicios isométricos para fuerza en muslo | - Ejercicios isométricos para fuerza en muslo | S |
| | | | - Ejercicios c/liga específicos | - Ejercicios c/liga específicos | - Ejercicios c/liga específicos | O |

Nota. Fase 1 del programa, semana 2, relacionado con la fase de inflamación en la cual se encontraba el atleta. TENS (Transcutaneous Electrical Nervious Stimulation), Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea; CHC (Compresa Húmedo Caliente); US (Ultrasonido); CI (Corrientes Interferenciales). Autor *Castillo A. I.*

Evaluación por imagen Fase 1

Ultrasonido Musculoesquelético seguimiento

Músculo Lesionado Bíceps Femoral izquierdo

Corte Longitudinal del músculo Bíceps Femoral izquierdo, se observa una zona hipoecoica irregular, en donde existe una interrupción en el patrón fibrilar muscular. Corte Longitudinal del músculo Bíceps Femoral derecho, se observa un adecuado y homogéneo patrón fibrilar [ver figura 5].

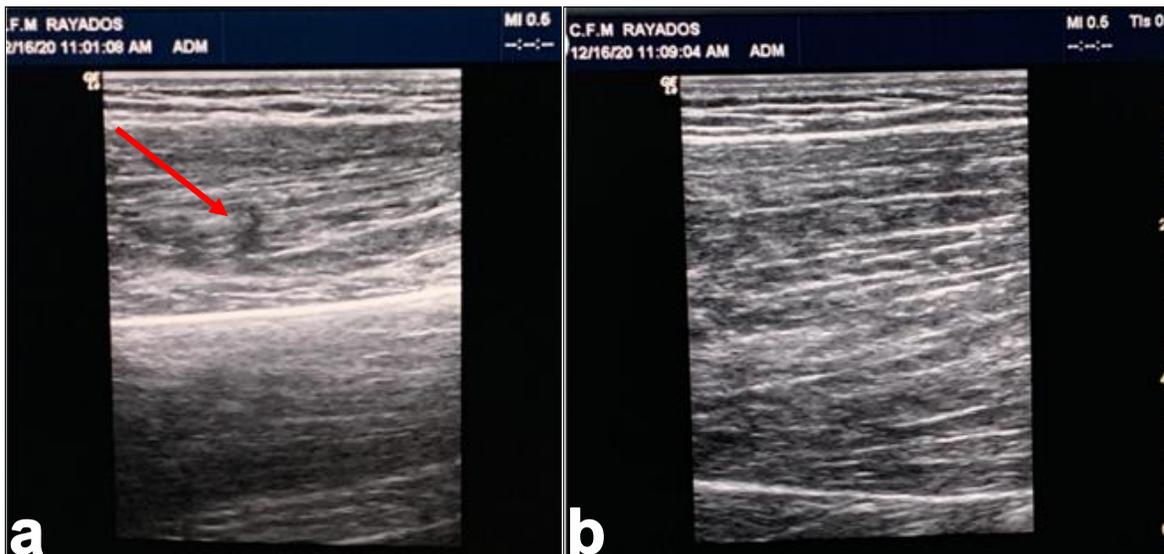


Figura 5. a) Corte longitudinal del músculo Bíceps Femoral izquierdo, se observa una zona hipoecoica irregular, en donde existe una interrupción en el patrón fibrilar muscular. b) Corte longitudinal del músculo Bíceps Femoral derecho, se observa un adecuado y homogéneo patrón fibrilar.

Fase 2. Readaptación. Fortalecimiento

En este periodo el atleta se encuentra en la fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica de su lesión muscular, por lo que los objetivos terapéuticos están orientados al fortalecimiento muscular con ejercicios concéntricos, excéntricos de la musculatura del miembro inferior en general, con énfasis en la musculatura isquiotibial, trabajando la fuerza al 50% de su peso corporal, realizando 3 series de 8 repeticiones cada ejercicio con 1.30 min. de descanso además de ejercicios de flexibilidad y ejercicio aeróbico (bicicleta y elíptica). Se indican ejercicios excéntricos específicos (unipodal, bipodal, con implementos y el Curl nórdico) y un masaje Cyriax para el manejo del tejido cicatrizal. Se continúa la suplementación y nutrición enfocadas a la cicatrización y reparación de la lesión y a mantener su composición corporal. Esta fase constó de 1 semana ya que el atleta al momento de su evaluación no refirió dolor a la realización de los ejercicios con el peso indicado.

Semana 3

Objetivo: Fortalecimiento muscular.

Suplementación: HMB 2 (β -hidroxi- β -metilbutirato), 3 gr. diarios, omega 3, 1 gr. diario, aminoácidos.

Nutrición: Dieta hiperproteica-normocalórica, 24 gramos de proteína de suero de leche, 5 gramos de creatina.

Tratamiento: En esta semana se aplicaron ejercicios de fortalecimiento muscular (isométricos, concéntricos y excéntricos), flexibilidad y prescripción de ejercicio aeróbico. [Ver tabla 9].

Evolución: Durante esta etapa del jugador realizó ejercicios de fortalecimiento con peso progresivo, desarrollando fuerza muscular, valorada con la escala de Lovett (4/5) y 0/10 en la escala de dolor EVA (escala de valoración analógica).

Tabla 9. Fase 2

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--|--|--|--|--|--|---------|
| - CHC 10 minutos | |
| - Masaje Cyriax | - Trabajo aeróbico | - Masaje Cyriax | - Trabajo aeróbico | - Masaje Cyriax | - Trabajo aeróbico | |
| - Trabajo aeróbico | - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | - Trabajo aeróbico | - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | - Trabajo aeróbico | - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | |
| - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | *Extensión, Flexión, ABD, ADD | - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | *Extensión, Flexión, ABD, ADD | - <u>Fuerza</u> : 1 RM (60 kg) 50%. - 30kg | *Extensión, Flexión, ABD, ADD | D E |
| *Extensión, Flexión, ABD, ADD | - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | *Extensión, Flexión, ABD, ADD | - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | *Extensión, Flexión, ABD, ADD | - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | S C |
| - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | - <u>Ejercicios excéntricos</u> | - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | - <u>Ejercicios excéntricos</u> | - Ejercicios Isométricos, concéntricos y excéntricos | - <u>Ejercicios excéntricos</u> | A N |
| - <u>Ejercicios excéntricos</u> | 3 series 8 rep. x 1 min | - <u>Ejercicios excéntricos</u> | 3 series 8 rep. x 1 min | - <u>Ejercicios excéntricos</u> | 3 series 8 rep. x 1 min | S O |
| 3 series 8 rep. x 1.30" min | descanso | 3 series 8 rep. x 1.30" min | descanso | 3 series 8 rep. x 1.30" min | descanso | |
| descanso | - <u>Flexibilidad</u> | descanso | - <u>Flexibilidad</u> | descanso | - <u>Flexibilidad</u> | |
| - <u>Flexibilidad</u> | ejercicios x 20 seg. 3 | - <u>Flexibilidad</u> | ejercicios x 20 seg. 3 | - <u>Flexibilidad</u> | ejercicios x 20 seg. 3 | |
| ejercicios x 20 seg. 3 | músculo | ejercicios x 20 seg. 3 | músculo | ejercicios x 20 seg. 3 | músculo | |
| músculo | | músculo | | músculo | | |

Nota. Fase 2 del programa, semana 3, relacionado con la fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica en la cual se encontraba el atleta. CHC (Compresa Húmedo Caliente); RM (repetición máxima); ABD (abducción); ADD (aducción). Autor *Castillo A. I.*

Fase 3. Readaptación. Capacidades Físicas

En este periodo el atleta continúa en la fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica de su lesión muscular y comienza su fase de remodelación, por lo que los objetivos terapéuticos están orientados a continuar el fortalecimiento muscular, desarrollar las capacidades físicas e introducir al atleta a su gesto deportivo. Se progresa la fuerza al 65% de su peso corporal, realizando 3 series de 10 repeticiones cada ejercicio con 1.30 min. de descanso además de ejercicios de flexibilidad y ejercicio aeróbico (bicicleta y elíptica). Se desarrollan trabajos de resistencia, velocidad de reacción y aceleración y ejercicios de introducción a su gesto deportivo. Se continúa la suplementación y nutrición. Esta fase constó de 1 semana ya que el atleta al momento de su evaluación no refirió dolor a la realización de los ejercicios con el aumento progresivo de peso y los ejercicios de velocidad los realizó favorablemente.

Semana 4

Objetivo: Continuar Fortalecimiento, desarrollar las capacidades físicas e introducir al atleta a su gesto deportivo.

Suplementación: HMB 2 (β -hidroxi- β -metilbutirato), 3 gr. diario, Omega 3, 1 gr. diario, aminoácidos.

Nutrición: Dieta Hiperproteica-normocalórica, 24 gramos de proteína de suero de leche, 5 gramos de creatina.

Tratamiento: En esta semana continuaron los ejercicios de fortalecimiento muscular incrementando los pesos y ejercicio aeróbico. Se integraron ejercicios de carrera continua y de velocidad de reacción y de aceleración, así como ejercicios para su gesto deportivo. [Ver tabla 10].

Evolución: Durante esta etapa del jugador continuó aumentando progresivamente los pesos para desarrollar masa muscular, valorada con la escala de Lovett (5/5), sin dolor a la realización de cada uno de ellos (0/10) EVA.

Tabla 10. Fase 3

| Lunes (F) | Martes (R) | Miércoles (F) | Jueves (R) | Viernes (F) | Sábado (R) | Domingo |
|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---------|
| Calentamiento 20 minutos | Calentamiento 20 minutos | Calentamiento 20 minutos | Calentamiento 20 minutos | Calentamiento 20 minutos | Calentamiento 20 minutos | |
| Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | |
| - Movilidad articular y Cyriax (valorar) | - Movilidad articular (valorar) | - Movilidad articular y Cyriax (valorar) | - Movilidad articular (valorar) | - Movilidad articular y Cyriax (valorar) | - Movilidad articular (valorar) | |
| - Fuerza: 1 RM (60 kg) | * Carrera continua 60% | - Fuerza: 1 RM (60 kg) | * Carrera continua 60% | - Fuerza: 1 RM (60 kg) | * Carrera continua 60% | D |
| 65%. - 39kg | VO2 máx, | 65%. - 39kg | VO2 máx, | 65%. - 39kg | VO2 máx, | E |
| *Extensión, | Tiempo 04:12 | *Extensión, | Tiempo 04:12 | *Extensión, | Tiempo 04:12 | S |
| Flexión, ABD, ADD | kilómetro. - Velocidad | Flexión, ABD, ADD | kilómetro. - Velocidad | Flexión, ABD, ADD | kilómetro. - Velocidad | C A |
| - Ejercicios excéntricos | - Gesto Deportivo | - Ejercicios excéntricos | - Gesto Deportivo | - Ejercicios excéntricos | - Gesto Deportivo | N S |
| - Trabajo aeróbico | - Flexibilidad 20 seg. 3 | - Trabajo aeróbico | - Flexibilidad 20 seg. 3 | - Trabajo aeróbico | - Flexibilidad 20 seg. 3 | O |
| - Flexibilidad 20 seg. 3 | ejercicios x músculo | - Flexibilidad 20 seg. 3 | ejercicios x músculo | - Flexibilidad 20 seg. 3 | ejercicios x músculo | |
| ejercicios x músculo | | ejercicios x músculo | | ejercicios x músculo | | |

Nota. Fase 3 del programa, semana 4, relacionado con la fase de estimulación celular, proliferativa y fibrótica y comienzo de la fase de remodelación en la cual se encontraba el atleta. F(Fuerza); R (Resistencia); RM (repetición máxima); ABD (abducción); ADD (aducción). Autor *Castillo A. I.*

Fase 4. Readaptación. Ejercicio funcional y Gestos propios del Deporte

En este periodo el atleta se encuentra en la fase de remodelación, por lo que los objetivos terapéuticos están orientados a realizar ejercicios funcionales semejantes a su deporte y gestos deportivos propios de su posición. Se progresa la fuerza al 75% de su peso corporal, realizando 3 series de 10 repeticiones cada ejercicio con 1.30 min. de descanso además de ejercicios de flexibilidad, ejercicio aeróbico (bicicleta y elíptica) y excéntricos. Se diseñan ejercicios orientados a su deporte y propios de su gesto deportivo, por ejemplo, velocidad de reacción, de aceleración. Se continúa la suplementación y nutrición. Esta fase constó de 1 semana ya que el atleta al momento de su evaluación y evolución de los ejercicios de su gesto deportivo (en fases ofensiva y defensiva) no refirió dolor a la realización de estos.

Semana 5

Objetivo: Continuar Fortalecimiento y Ejercicios Excéntricos e incluir Gestos Deportivos propios de la posición del jugador.

Suplementación: HMB 2 (β -hidroxi- β -metilbutirato), 3 gr. diario, Omega 3, 1 gr. diario, aminoácidos.

Nutrición: Dieta Hiperproteica-normocalórica, 24 gramos de proteína de suero de leche, 5 gramos de creatina.

Tratamiento: En esta semana se realiza una sesión de calentamiento general y movilidad articular previo a la realización de los ejercicios, con ejercicios funcionales propios de la actividad junto con ejercicios de intermitencia y gestos deportivos propios de su posición como aceleraciones y desaceleraciones. [Ver tabla 11]

Evolución: Durante esta etapa el jugador realizó los ejercicios funcionales de acuerdo a su deporte y el gesto deportivo de acuerdo a su posición (fase ofensiva y defensiva) sin dolor valorado mediante la escala de EVA (0/10).

Tabla 11. Fase 4

| Lunes (F) | Martes (R) | Miércoles (F) | Jueves (R) | Viernes (F) | Sábado (R) | Domingo |
|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Calentamiento | Calentamiento | Calentamiento | Calentamiento | Calentamiento | Calentamiento | |
| 20 minutos | 20 minutos | 20 minutos | 20 minutos | 20 minutos | 20 minutos | |
| Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | Elíptica | |
| - Fuerza: 1 | -Intermitencia | - Fuerza: 1 | -Intermitencia | - Fuerza: 1 | -Intermitencia | |
| RM (60 kg) | Carrera | RM (60 kg) | Carrera | RM (60 kg) | Carrera | |
| 75%. - 45kg | continua 10 | 75%. - 45kg | continua 10 | 75%. - 45kg | continua 10 | |
| 3 series 10 | minutos | 3 series 10 | minutos | 3 series 10 | minutos | |
| rep. x 1.30" | haciendo 10 | rep. x 1.30" | haciendo 10 | rep. x 1.30" | haciendo 10 | |
| min descanso | seg velocidad | min descanso | seg velocidad | min descanso | seg velocidad | |
| *Extensión, | x 20 seg de | *Extensión, | x 20 seg de | *Extensión, | x 20 seg de | D |
| Flexión, | recuperación; | Flexión, | recuperación; | Flexión, | recuperación; | E |
| ABD, ADD | Macropausa 3 | ABD, ADD | Macropausa 3 | ABD, ADD | Macropausa 3 | S |
| - Ejercicios | minutos entre | - Ejercicios | minutos entre | - Ejercicios | minutos entre | C |
| excéntricos | bloques (2) | excéntricos | bloques (2) | excéntricos | bloques (2) | A |
| 3 series 8 rep. | - Velocidad | 3 series 8 rep. | - Velocidad | 3 series 8 rep. | - Velocidad | N |
| x 1 min | - Gesto | x 1 min | - Gesto | x 1 min | - Gesto | S |
| descanso | Deportivo | descanso | Deportivo | descanso | Deportivo | O |
| - Ejercicio | - Flexibilidad | - Ejercicio | - Flexibilidad | - Ejercicio | - Flexibilidad | |
| Funcional | 20 seg. 3 | Funcional | 20 seg. 3 | Funcional | 20 seg. 3 | |
| - Aceleración, | ejercicios x | - Aceleración, | ejercicios x | - Aceleración, | ejercicios x | |
| desaceleración | músculo | desaceleración | músculo | desaceleración | músculo | |
| con cambios | | con cambios | | con cambios | | |
| de dirección | | de dirección | | de dirección | | |
| 2 series; 1 min | | 2 series; 1 min | | 2 series; 1 min | | |
| 30 seg | | 30 seg | | 30 seg | | |
| recuperación | | recuperación | | recuperación | | |
| - Flexibilidad | | - Flexibilidad | | - Flexibilidad | | |
| 20 seg. 3 | | 20 seg. 3 | | 20 seg. 3 | | |
| ejercicios x | | ejercicios x | | ejercicios x | | |
| músculo | | músculo | | músculo | | |

Nota. Fase 4 del programa, semana 5, relacionado con la fase de remodelación en la cual se encontraba el atleta. F(Fuerza); R (Resistencia); RM (repetición máxima); ABD (abducción); ADD (aducción). Autor *Castillo A. I.*

Evaluación por imagen Fase 4

Ultrasonido Musculoesquelético seguimiento final

Músculo Lesionado Bíceps Femoral izquierdo

Corte Longitudinal del músculo Bíceps Femoral izquierdo, se encuentra un adecuado y homogéneo patrón fibrilar, sin evidencia de lesión. Corte Longitudinal del músculo Bíceps Femoral derecho, se observa un adecuado y homogéneo patrón fibrilar [Figura 6]

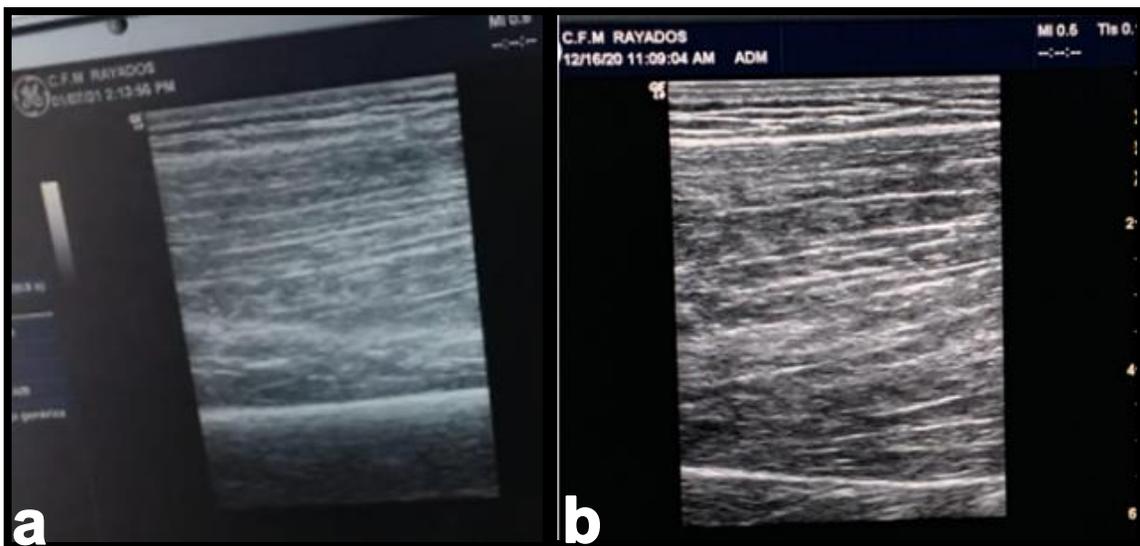


Figura 6. a) Corte longitudinal del músculo Bíceps Femoral izquierdo, se observa un adecuado y homogéneo patrón fibrilar, sin evidencia de lesión. b) Corte longitudinal del músculo Bíceps Femoral derecho, se observa un adecuado y homogéneo patrón fibrilar.

RETORNO A LA COMPETENCIA

Los criterios para el retorno al entrenamiento y competencia que se utilizaron en este atleta fueron criterios de imagen (valorado por medio de ultrasonido), Test Isocinéticos y nórdico, así como pruebas funcionales de campo como la prueba del Yo-Yo y la prueba de agilidad de Illinois. Estos criterios fueron evaluados por el personal médico y físico de la categoría del jugador, encontrándose en valores adecuados de acuerdo a su deporte, a su posición y a su nivel de competencia. [Ver figura 7].

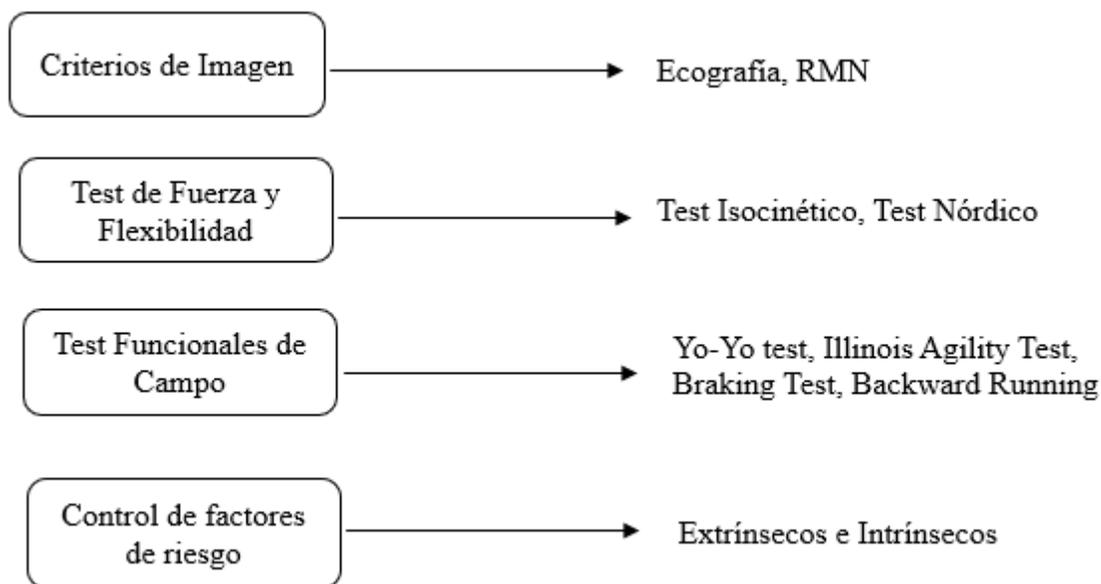


Figura 7. Criterios médicos y físicos para el retorno al entrenamiento y competencia.

DISCUSIÓN

El fútbol es un deporte en el que se realizan aceleraciones y desaceleraciones rápidas, cambios de dirección, saltos. El entrenamiento de estas habilidades lleva a los jugadores a un mejor desempeño futbolístico y están relacionadas con la posición de cada jugador. Por tal motivo dentro del plan de readaptación será indispensable evaluar éstas habilidades con test específicos antes de reincorporar a nuestro deportista a su competencia habitual tanto en entrenamientos como juegos de competencia oficial. Para evaluar estos parámetros se utilizaron una prueba Isocinética, para evaluar la fuerza muscular de cada miembro y el Test de Agilidad de Illinois, el cual consiste en acelerar, desacelerar, girar en diferentes direcciones y correr en diferentes ángulos. Estos movimientos se realizan al momento de dar pases, eludir rivales y golpear a portería en el fútbol soccer.

De acuerdo al tipo de lesión que presentó el jugador, la zona y la localización en un solo musculo y su posición, se diseñó y se llevó a cabo un protocolo de readaptación de lesiones musculares, subdividido en fases de rehabilitación y readaptación, por medio del cual el jugador, mediante objetivos semanales desarrolló cada una de estas.

Dicho protocolo se llevó a cabo relacionando las fases de reparación muscular (de acuerdo al grado y tipo de lesión que presentó) con las fases de rehabilitación y readaptación semanales, siguiendo estas directrices se diseñaron los trabajos de las diferentes capacidades físicas adecuando las cargas y progresiones de ejercicios en relación a la evolución en tiempo (días/semanas) de las fases de reparación muscular.

Al término de cada fase semanal, se evaluó a nuestro deportista principalmente con la escala EVA (Escala Visual Analógica) para dolor y de acuerdo a los trabajos realizados sin este, se puede constatar de la evolución favorable del jugador, al realizar cada una de las progresiones de fuerza y agilidad sin eventualidades. Así mismo se evaluó la lesión por medio de estudios de imagen (Ultrasonido Musculoesquelético), para observar la evolución de dicha lesión.

CONCLUSIONES

Diseñando un protocolo de rehabilitación y readaptación y relacionando este con las fases de reparación muscular observamos una evolución favorable en cuanto al dolor y progresión de cargas y ejercicios de manera semanal.

Con este diseño de protocolo se logró disminuir el tiempo de recuperación y vuelta al deporte de nuestro atleta, disminuyéndolo 3 semanas con respecto al pronóstico de la clasificación histopatológica para las lesiones musculares (27), el cual pronostica de 8 a 12 semanas de recuperación.

Es indispensable relacionar las fases de reparación de acuerdo a cada patología con los protocolos de rehabilitación y readaptación para obtener mejores resultados en cuanto a la progresión de cargas de trabajo y diseño de ejercicios de acuerdo a su gesto deportivo y a su posición dentro de cualquier deporte tanto individual como de asociación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prentice W. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Paidotribo 2001.
2. Araújo Goes, R. et al. Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020; 21:122.
3. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*. 2011; 39:1125-1132.
4. Ekstrand J, Hägglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2011; 45:553-558.
5. Crema, M. D., Guermazi, A., Tol, J. L., Niu, J., Hamilton, B., & Roemer, F. W. Acute hamstring injury in football players: association between anatomical location and extent of injury. A large single center MRI report. *Journal of science and medicine in sport*. 2016; 19:317-322.
6. Timmins, R. G., et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 2016; 50:1524-1535.
7. Ribeiro-Alvares, J.B. et al. Prevalence of Hamstring Strain Injury Risk Factors in Professional and Under-20 Male Football (Soccer) Players. *J Sport Rehabil*. 2020; 29: 339-345.
8. M. de Hoyo et al. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: Factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Rev Andal Med Deporte*. 2013; 6:30-37.
9. Martínez LC. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. 2008; 43:30-40.
10. Van Dyk, N. et al. Hamstring and quadriceps isokinetic strength deficits are weak risk factors for hamstring strain injuries: A 4-year cohort study. *Am J Sport Med*. 2016; 44:1789-95.
11. Nouni-Garcia, R. et al. Clinical benefit of the FIFA 11 programme for the prevention of hamstring and lateral ankle ligament injuries among amateur soccer players. *Inj Prev*. 2018; 24:149-154.
12. Duhig, S. et al. Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *Br J Sports Med*. 2016; 50:1536-1540.

13. Allbrook DB, Baker NC, Kirkaldy-Willis WH. Muscle regeneration in experimental animals and in man. *J Bone Joint Surg.* 1966;48B:153-169.
14. Howatson G, Gaze D, van Someren KA. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports.* 2005; 15:416-422.
15. Almekinders LC. Anti-inflammatory treatment of muscular injuries in sport. *Sports Med.* 1999; 28:383-388.
16. Thorsson, O, Lijia, B, Nilsson, P. Immediate external compression in the management of an acute muscle injury. *Scand J Med Sci Sports.* 1997; 7:182-190.
17. Mackey AL, Mikkelsen UR, Magnusson SP, Kjaer MS. Rehabilitation of muscle after injury - the role of anti-inflammatory drugs. *J Med Sci Sports.* 2012;22(4): e8-14.
18. Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005; 33:745-764.
19. Wang CJ. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. *Chang Gung Med J.* 2003; 26:220-232.
20. Li ZB, Kollias HD, Wagner KR. Myostatin directly regulates skeletal muscle fibrosis. *J Biol Chem.* 2008; 283:19371-19378.
21. Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33:783-790.
22. Pasiakos SM1, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. *Sports Med.* 2014; 44:655- 670.
23. Crema MD, Yamada AF, Guerhazi A, Roemer FW, Skaf AY. Imaging techniques for muscle injury in sports medicine and clinical relevance. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015; 8:154-161.
24. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sport Med.* 2005; 15:436-441.
25. Servicios médicos del fútbol club Barcelona. Guía de práctica clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. 2009; 164:179-203.
26. Servicios médicos del fútbol club Barcelona. Guía de práctica clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. 2009; 164:179-203.
27. Balius R. Patología muscular en el deporte. Barcelona: Masson; 2005. D.

28. Balias R, Rius M, Combalia A. *Ecografía muscular de la extremidad inferior*. Barcelona: Masson; 2005. D.
29. Mishra A, Woddall J, Vieira A. Treatment of tendon and muscle using platelet-rich plasma. *Clin Sports Med*. 2009;28:113-25. D.
30. Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2005; 330:449-52.
31. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries, a methodological approach. *Br J Sports Med*. 2003; 37:384-92.
32. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2008; 36:1469-75.
33. Opar D, Williams M, Timmins R, et al. Eccentric hamstring strength and Hamstring injury risk in Australian Footballers. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47:857-65.
34. Bisciotti GN, Volpi P, Alberti G, et al. Italian consensus statement (2020) on return to play after lower limb muscle injury in football (soccer). *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2019.
35. Bisciotti GN. Return to play after a muscle lesion. In: Volpi P, ed. *Arthroscopy in sport*. Springer Edition, 2015.
36. Bisciotti GN. Return to play after a muscle lesion. In: Volpi P, ed. *Arthroscopy in sport*. Springer Edition, 2015.
37. Torreño N, Munguía-Izquierdo D, Coutts A, et al. Relationship between external and internal loads of professional soccer players during full matches in official games using global positioning systems and Heart-Rate technology. *Int J Sports Physiol Perform* 2016; 11:940–6.
38. Reurink G, Goudswaard GJ, Tol JL, et al. Mri observations at return to play of clinically recovered hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2014; 48:1370–6.
39. Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183:975–84.

40. Sanfilippo JL, Silder A, Sherry MA, et al. Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45:448–54.
41. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016; 50:731–7.
42. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, et al. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year followup of the UEFA champions League injury study. *Br J Sports Med* 2013; 47:738–42.
43. Bisciotti GN, Volpi P, Amato M, et al. Italian consensus conference on guidelines for conservative treatment on lower limb muscle injuries in athlete. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018.
44. Delvaux F, Rochcongar P, Bruyère O, et al. Return-to-play criteria after hamstring injury: actual medicine practice in professional soccer teams. *J Sports Sci Med* 2014;13: eCollection 2014 Sep:721–3.
45. Brumitt J, Heiderscheit BC, Manske RC, et al. Lower extremity functional tests and risk of injury in division III collegiate athletes. *Int J Sports Phys Ther* 2013; 8:216–27.
46. Di Prampero PE, Botter A, Osgnach C. The energy cost of sprint running and the role of metabolic power in setting top performances. *Eur J Appl Physiol* 2015; 115:451–69.
47. Rodríguez LP, Gusí N. *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas*. Madrid: Síntesis; 2002.