

**Universidad de Zaragoza  
Facultad de Ciencias de la Salud**

***Grado en Fisioterapia***

Curso Académico 2014 / 2015

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN PARA PREVENIR LESIONES  
POR SOBREUSO EN LA PRÁCTICA DEL TRIATLÓN**

**Autor:** Diego Diarte Garós

**Directora:** Marta Gil Lacruz

## **RESUMEN**

### **Introducción**

El triatlón es un deporte individual que combina natación, ciclismo y carrera a pie. A pesar de integrar tres disciplinas diferentes el riesgo de lesión por sobrecarga es alto. Al ser un deporte compuesto por tres modalidades supone un reto diseñar e implementar medidas preventivas.

### **Objetivos**

Diseño de un protocolo de actuación para prevenir las lesiones por sobreuso más prevalentes en la práctica del triatlón.

### **Metodología**

Revisión de la bibliografía para determinar las lesiones más prevalentes, análisis de éstas y sus factores predisponentes. Selección de ejercicios para evitar al máximo la actuación de los factores predisponentes junto con el diseño de una evaluación piloto de dicha intervención.

### **Desarrollo**

Elaboración de sesiones de entrenamiento compuestas por los ejercicios seleccionados previamente, atendiendo a una serie de criterios comunes a los mecanismos de lesión.

### **Conclusiones**

El fisioterapeuta es un profesional fundamental en la prevención de las lesiones. A través de su experiencia en el ámbito deportivo puede aportar información que, junto con la investigación y la comunicación con el entrenador, facilite el desarrollo de estrategias preventivas.

## **INDICE**

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN .....  | .4 |
| OBJETIVOS .....   | .7 |
| Objetivo principal:.....                                  | 7  |
| Objetivos específicos:.....                               | 7  |
| METODOLOGÍA .....   | 8  |
| A. Modalidades deportivas y lesiones más frecuentes ..... | 8  |
| A.1 Natación .....  | 8  |
| A.2 Ciclismo.....   | 10 |
| A.3 Carrera .....   | 12 |
| B.-Técnicas preventivas generales.....                    | 15 |
| B.1.- Calentamiento.....                                  | 15 |
| B.2.- Técnica deportiva.....                              | 16 |
| B.3.- Fortalecimiento muscular.....                       | 16 |
| B.4.- Estiramientos/Flexibilidad .....                    | 17 |
| B.5.- Propiocepción .....                                 | 18 |
| C.- Técnicas preventivas específicas .....                | 18 |
| C.1.- Natación.....                                       | 18 |
| C.2.- Ciclismo.....                                       | 23 |
| C.3.- Carrera .....                                       | 24 |
| D. Indicadores de éxito .....                             | 30 |
| DESARROLLO.....   | 32 |
| CONCLUSIONES.....   | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 37 |
| ANEXO I - Explicación técnica de las disciplinas .....    | 41 |

## INTRODUCCIÓN

El triatlón es un deporte integrado por tres modalidades deportivas diferentes: natación, ciclismo y carrera a pie. Los participantes han de completar los tres tipos de actividades en este orden y sin que haya descanso entre éstas. La natación suele realizarse en lo que se denomina "aguas abiertas", es decir, en lagos, ríos, playas, pantanos... a lo largo de un circuito marcado por boyas. El segmento ciclista, en caso de ser triatlón convencional, se desarrolla por carreteras o pavimentos asfaltados. La última parte es la de carrera a pie. La zona o zonas en las que se realiza el cambio de segmentos se denomina área de transición. El triatleta que primero cruza la línea de llegada es el vencedor.

Existen diferentes tipos de práctica, atendiendo a la distancia, tipo de terreno y diferentes deportes de los que consta.

En cuanto a la distancia abarca desde sprint (750mts, 20km, 5km), seguido por olímpica (1500mts, 40km, 10km) hasta el Ironman (3800mts, 180km, 42,195km). En competiciones especiales estas distancias pueden ser aún mayores. Fue reconocido como deporte olímpico en los Juegos de Sídney 2000.

El número de personas que practica este deporte va en aumento año tras año, tanto a nivel aficionado como profesional. Desde el año 2000 al 2008 en España el número de licencias federativas se incrementó casi un 200%, (de 4.036 en 2000 a 11.996 en 2008 (1), hasta las 24.241 de 2013 (2)). Esto son solamente los datos de triatletas con ficha federativa. A estas cifras habría que sumarle las personas que lo practican sin estar federadas.

Dado que se trata de un deporte en auge y el número de practicantes es cada vez mayor, también lo es la prevalencia de las lesiones. La incidencia de las lesiones varía con la edad, sexo, duración y tipo de entrenamiento. El nivel al que se practica también influye en el riesgo de lesión, siendo mayor en los triatletas de élite.

Entre el 75 y el 83% de las lesiones se suelen producir durante el entrenamiento (3-5). Atendiendo a las disciplinas la mayoría de las lesiones tienen lugar durante la carrera a pie, seguidas del ciclismo y la natación (3,5,6).

Los triatletas suelen presentar un mayor número de lesiones que los individuos que sólo practican natación o ciclismo, pero similar a los que sólo practican carrera a pie (4). La redistribución del estrés sufrido por las diferentes partes del cuerpo y la corrección del desequilibrio muscular se citan como las razones para la reducción de la incidencia de las lesiones. No obstante, como en otros deportes de resistencia, la mayoría de las lesiones en el triatlón se atribuyen a la sobrecarga del sistema musculo-esquelético (3,7).

La comprensión de la lesión permite identificar los factores de riesgo, desarrollar técnicas de entrenamiento y el desarrollo de estrategias de intervención apropiadas específicas para el triatlón (7). No obstante, queda mucho por conocer e investigar sobre la contextualización de las lesiones en determinadas prácticas deportivas. El fisioterapeuta como profesional de la salud debe fundamentar más intervenciones en criterios científicos basados en la evidencia.

La lesión deportiva resulta para el practicante una fuente de tensión, dolor, dudas y sufrimiento. Toda esta problemática puede favorecer el abandono de la práctica deportiva. Mediante la elaboración de un protocolo de actuación se busca disminuir en la medida de lo posible el riesgo de sufrir una lesión por sobre uso. Pero el protocolo no funciona por sí mismo, es necesaria una implicación por parte del deportista. Este ha de seguir las instrucciones, se necesita cierta "adhesión" para llevarlo a cabo, siendo imprescindible la motivación del triatleta.

Por esto, no sólo será importante la labor del fisioterapeuta en el aspecto preventivo y terapéutico de las lesiones, si no que juega un papel fundamental en la motivación. Por un lado tiene una función preventiva/educativa, orientando y aconsejando al deportista durante los entrenamientos y competiciones, y por otro, una labor rehabilitadora.

Ha de conseguir que el deportista adquiera buenos hábitos antes y después del entrenamiento.

Primero, mediante la explicación de ejercicios, rutinas y resultados que se esperan, y luego mediante la supervisión y corrección de la ejecución. Esto animará al deportista a realizarlas y a no perder la motivación con el paso del tiempo.

Para progresar en la prevención de lesiones en el triatlón, la primera cuestión que debe abordarse es la obtención de datos de calidad sobre la incidencia y el perfil de las lesiones. Para el desarrollo de estudios sobre lesiones deportivas es necesario seleccionar cuidadosamente el tipo de diseño y las herramientas de análisis. Esto implica investigar los efectos de intervenciones individuales sobre cada uno de los factores de riesgo de lesión (7).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo principal:**

Diseñar un protocolo de actuación destinado a prevenir la incidencia de lesiones por sobrecarga. Este protocolo de actuación constará de un conjunto de ejercicios, adaptados a cada una de las disciplinas deportivas que forman el triatlón y seleccionados en base a la literatura científica, orientados a minimizar los factores de riesgo intrínsecos al deportista.

### **Objetivos específicos:**

Seleccionar a partir de la literatura científica (pubmed, web of science, dialnet, otros) las lesiones por sobreuso más prevalentes dentro de cada disciplina del triatlón.

Establecer los principales factores predisponentes de las lesiones seleccionadas (factores de riesgo) atendiendo a una serie de criterios comunes a estas: calentamiento, técnica, fortalecimiento muscular y flexibilidad.

Seleccionar y diseñar un plan de ejercicios, basado en los factores predisponentes antes establecidos para que actúe a modo de factor de protección.

## METODOLOGÍA

Tras la revisión bibliográfica se han seleccionado las lesiones por sobrecarga con mayor prevalencia en cada disciplina. Se adjunta una breve descripción de cada una de las disciplinas deportivas y su técnica (Anexo I). Para seleccionar las lesiones más comunes se han tenido en cuenta datos de estudios sobre triatletas y datos sobre practicantes de cada deporte por separado.

Una vez descritas, se han identificado los factores que predisponen su aparición (factores de riesgo) y se han buscado ejercicios para que actúen como factores de protección. Algunos aspectos intervienen de manera general y son aplicables a la prevención de casi todas las lesiones: calentamiento, técnica, fortalecimiento/equilibrio muscular y propiocepción.

A partir de estos elementos he diseñado un protocolo de actuación consistente en un conjunto de ejercicios de calentamiento, musculación, trabajo propioceptivo y técnicos.

## A. Modalidades deportivas y lesiones más frecuentes

### A.1 Natación

Se trata de la modalidad técnicamente más exigente del triatlón. Una buena técnica supone un ahorro de energía considerable y es esencial para evitar lesiones ya que se trata de un movimiento cílico que se repite. El *crol* es el estilo que se usa normalmente ya que es el más rápido.

### Lesiones

#### HOMBRO DE NADADOR

El dolor de hombro es la lesión ortopédica más común en nadadores, con una prevalencia del 40% al 91% (8).

Esta lesión comprende una inestabilidad articular (subluxación) que tiene como resultado un atrapamiento o “impingement” de los tendones de la cabeza larga del bíceps y el supraespinoso. Este pinzamiento tiene lugar entre la cabeza del húmero y el techo formado por el acromion de la escápula y el ligamento coracoacromial (9,10).

Al realizar el gesto de la natación el hombro se coloca en rotación interna y abducción, esto hace que se produzcan una serie de micro traumatismos entre las estructuras antes mencionadas ya que es una zona de paso comprometida (9,10).

### Sintomatología

Leve molestia después de nadar. Evoluciona a dolor durante el entrenamiento hasta que al triatleta le cuesta ejecutar el estilo de forma adecuada. El dolor aparece cuando levanta el brazo por encima de la horizontal y se acentúa al efectuar el gesto de crol (9).

### Factores predisponentes (9):

- *Técnica:* dos posiciones resultan especialmente lesivas para el hombro en la que se puede producir el pinzamiento:
  - Fase de recobro excesivamente baja: El pinzamiento del manguito rotador y la bolsa subacromial contra la articulación acromioclavicular y los ligamentos coracoacromiales ocurre con la rotación interna del brazo, flexión de 90º y abducción de 45º.
  - Entrada de la mano en el agua: choque del troquiter contra el acromion y compromiso vascular.
- *Flexibilidad:* la falta de ésta es causa de lesiones y factor limitante del rendimiento.

- *Balance muscular*: el supraespinoso fija la cabeza humeral durante los primeros grados de la abducción facilitándole el trabajo al deltoides. Una debilidad o agotamiento prematuro de este músculo resta eficacia al deltoides y favorece el pinzamiento. Suele existir un predominio de fuerza de los rotadores internos (subescapular, pectoral mayor y dorsal ancho) sobre los rotadores externos (supraespinoso, infraespinoso y redondo mayor). Este desequilibrio parece influir en la lesión del manguito rotador y causar alteraciones posturales.
- *Calentamiento*: un calentamiento defectuoso favorece la aparición de lesiones.
- *Inestabilidad*: la inestabilidad de la articulación glenohumeral facilita el pinzamiento.

## A.2 Ciclismo

Es la segunda modalidad del triatlón. En esta disciplina además interviene una máquina, la bicicleta, y no sólo el cuerpo del deportista en el medio. La bicicleta avanza gracias a la acción motriz que ejercen los miembros inferiores con el pedaleo. La función del tronco y los miembros superiores es también importante, ya que estabilizan la posición para una mayor eficacia del trabajo de los miembros inferiores (11). Es la segunda modalidad que más lesiones produce, en torno a un 15% del número total, aunque se tiene en cuenta las producidas por caída (3,5).

## Lesiones

### DOLOR LUMBAR

El dolor lumbar es una de las lesiones por sobrecarga más comunes causadas por la práctica del ciclismo (7,12,13).

La postura de flexión prolongada que se mantiene en la bicicleta mientras se practica el ciclismo podría llevar a aumentar la tensión mecánica de la columna lumbar.

En la mayoría de los casos el dolor aparece sin una causa aparente, repentinamente o poco a poco (13).

Factores predisponentes:

- Reglaje incorrecto de la bicicleta: un ajuste de la bicicleta que no se corresponda con las medidas antropométricas del ciclista está relacionado con la aparición del dolor lumbar y otras lesiones (14,15).
- Postura sobre la bicicleta: la flexión prolongada de tronco en sedestación produce una rectificación de la lordosis lumbar, aumenta la tensión del complejo ligamentoso posterior y altera la presión interdiscal (13-15).
- Debilidad de la musculatura del tronco: la debilidad de la musculatura lumbo-pélvica puede causar una fatiga precoz y lumbalgia cuando el estrés impuesto supera la capacidad de fuerza de la musculatura estabilizadora de la columna lumbar (13,14).
- Desequilibrio de la musculatura del tronco: un predominio de la musculatura flexora del tronco sobre la extensora (13).

### **A.3 Carrera**

La carrera constituye una prolongación lógica del andar, de la cual se diferencia por una fase aérea durante la que ningún pie se encuentra en contacto con el suelo. Se trata de la última disciplina del triatlón. A diferencia de la natación, en la que el cuerpo se sostiene en el elemento líquido, y de la bicicleta, en la que la posición sentada sobre la misma relativiza el estado de gravedad, es la más traumática de todas las modalidades ya que se practica en estado de gravedad total. Esto se traduce en frecuentes lesiones musculo esqueléticas (16).

### **Lesiones**

Dentro del triatlón es la disciplina a la que se le atribuyen el mayor número de lesiones (7,17). La mayoría de las lesiones tienen lugar en la rodilla, pierna y tobillo/pie/Aquiles (4,5,17,18).

#### **SÍNDROME DE DOLOR PATELOFEMORAL**

Se trata de una lesión multifactorial (19,20). Las patologías más comunes que presentan estos síntomas son condromalacia patelar, tendinopatía patelar y condropatía patelar intra-articular (19,21,22).

La articulación patelofemoral está formada por la rótula, la parte distal anterior del fémur, las superficies articulares y las estructuras de soporte adyacentes. La rótula está pasivamente estabilizada por su propia forma, la tróclea del fémur y el retináculo que la rodea. Como estabilizadores dinámicos los músculos de la pata de ganso y semimembranoso, que hacen rotación interna de la tibia, bíceps femoral, rotación externa de la tibia, vasto medial, tirando de la rótula hacia medial, vasto lateral, tirando lateralmente, y vasto intermedio y recto femoral tirando hacia proximal/distal (22).

## Sintomatología

Está caracterizado por un dolor sordo de comienzo insidioso alrededor de la rótula, comúnmente anterior. Los deportistas describen que empeora cuando corren o han permanecido un largo periodo de tiempo sentados (síndrome del teatro)(19). Además, en ocasiones, al dolor lo acompaña sensación de inestabilidad y atrapamiento (21,22).

## Factores predisponentes

La etiología sigue sin estar clara en muchos pacientes. Pero hay tres factores principales que incrementan el riesgo de desarrollar este síndrome: desalineación del miembro inferior o la rótula, desequilibrio muscular y sobreuso (22).

- Desalineación
  - Miembro inferior
  - Rótula: origen muscular o no muscular.
- Desequilibrio muscular: un desequilibrio en los músculos estabilizadores antes citados.
- Sobreuso

## SÍNDROME DE LA CINTILLA ILIOTIBIAL

Es la causa más común de dolor lateral en la rodilla (19). La cintilla está formada por la fusión de las fibras del tensor de la fascia lata, glúteo mayor y medio. Se origina en el área cercana al trocánter mayor y en la rodilla se inserta en el tubérculo de Gerdy, cabeza del peroné y el retináculo lateral patelar (19,23). En el tubérculo de Gerdy las fibras de la cintilla se fusionan con las del bíceps femoral y las laterales del cuádriceps.

Con la rodilla en extensión la cintilla se sitúa anterior al epicóndilo femoral lateral. Al flexionarla se desliza por encima de la prominencia de este hacia el plano posterior. Esto da como resultado una fricción repetitiva. Ocurre sobre los 30º de flexión (19).

### Factores predisponentes

- Dorsiflexión de tobillo limitada: la que a su vez aumenta la pronación del pie y la flexión de la rodilla.
- Gemelos o sóleo demasiado tensos: causan una excesiva pronación del pie.
- Debilidad de los abductores de cadera.

### Sintomatología

Se manifiesta como un dolor punzante o quemazón en el lateral de la rodilla. Este se incrementa con la flexión/extensión en apoyo. Al principio el dolor desaparece al dejar de correr. En casos más graves andar o subir escaleras pueden producir dolor (19,23,24).

### FASCITIS PLANTAR

Es una lesión por sobrecarga común en los corredores. Se trata de la manifestación sintomática de la degeneración de la fascia plantar en su inserción en la cara inferior del calcáneo. Se extiende desde el tubérculo medial del calcáneo hasta las cabezas de los metatarsianos, formando un arco de soporte longitudinal para el pie. La inflamación está causada por microrroturas o por la irritación secundaria a causa de una sobrecarga (19).

### Factores predisponentes (19):

- Pronación excesiva
- Tensión en el tendón de Aquiles
- Pie plano o cavo
- Dorsiflexión de tobillo limitada

## Sintomatología

Un dolor agudo, palpante o punzante de comienzo insidioso en la parte medial del talón. Este dolor es peor al dar el primer paso al levantarse de la cama o después de un periodo prolongado de descanso. Empeora al andar descalzo, de puntillas o subir escaleras (19).

## **B.-Técnicas preventivas generales**

Después de una breve descripción de cada disciplina (la técnica más detallada se incluye en el Anexo I) y la presentación de las lesiones más prevalentes, se han elegido una serie de elementos comunes a estas para ser reforzados/trabajados en el protocolo. A continuación se describen: calentamiento, técnica deportiva, fortalecimiento muscular y flexibilidad.

### **B.1.- Calentamiento**

Está diseñado para aumentar la temperatura de los músculos y estructuras articulares preparándolos para el ejercicio. Un calentamiento defectuoso o deficiente puede ser el causante de diversos problemas y de la incidencia de las lesiones en el deporte (25).

Un músculo que ha sido calentado previamente a la práctica deportiva precisa una fuerza y un estiramiento mayor para que sus fibras se rompan (26).

Los tipos básicos de ejercicios de calentamiento son el general y el específico:

*-General:* acondiciona los principales grupos musculares para la actividad mediante el movimiento activo. Cualquier actividad no asociada directamente con los componentes nervioso o muscular de la disciplina a realizar se considera un calentamiento general (27).

*-Específico:* incide de forma más directa sobre los grupos musculares incluidos en el ejercicio a realizar.

Además de aumentar su temperatura reproduce la transmisión neuromuscular aumentada de los impulsos de esos músculos. Debe reflejar el tipo de movimientos y acciones que se requerirán en la posterior práctica del deporte (27).

### Objetivos

Un buen calentamiento debe conseguir un aumento del aporte sanguíneo a los músculos a usar, aumento de la frecuencia respiratoria para atender la demanda de oxígeno, aumento de la frecuencia cardiaca para favorecer el transporte de oxígeno y preparar los elementos articulares para el movimiento (27).

### **B.2.- Técnica deportiva**

La técnica empleada en cada uno de los deportes tiene una gran importancia. La inadecuada ejecución de ésta puede contribuir al riesgo de lesión del individuo, especialmente en la práctica de la natación (8).

### **B.3.- Fortalecimiento muscular**

El entrenamiento de fuerza es de gran ayuda para la prevención de lesiones, ha demostrado tener un efecto protector. Durante la práctica de una disciplina deportiva determinadas áreas realizan más trabajo. Estas se acaban debilitando y pueden lesionarse más fácilmente en caso de ser requeridas bruscamente. El fortalecimiento muscular permite trabajar las áreas débiles para compensarlas. Los desequilibrios musculares son una de las causas más frecuentes de lesión en los deportistas (28,29).

Estos desequilibrios pueden causar movimientos anómalos, que perjudican la funcionalidad, y una postura poco adecuada (30).

El tipo de trabajo será de fuerza media con gran número de repeticiones. Buscamos ganar tolerancia muscular para aumentar la resistencia muscular a la fatiga.

Este tipo de trabajo está enfocado, entre otros aspectos, a la compensación y profilaxis contra las lesiones. La intensidad trabajada será del 30 al 65% de la 1 Repetición Máxima (1RM), entre 20 y 50 repeticiones y la velocidad de ejecución será progresiva, de lento a rápido. Al inicio del programa de ejercicios se realizarán 3 series, que irán aumentando conforme el deportista se vaya adaptando, pudiendo llegar a un máximo de 6.

Se realizará una sesión aislada de entrenamiento aunque también puede ejecutarse después de otros contenidos de entrenamiento (31).

El número de sesiones de fortalecimiento semanales serán de 2-3 días alternos al principio. Esta frecuencia se ha mostrado efectiva en fases iniciales. En sujetos entrenados con 1-2 sesiones semanales sería suficiente como estímulo de mantenimiento (32). Puesto que el objetivo de estos ejercicios es mantener un nivel óptimo de fuerza y equilibrio muscular con 2 sesiones semanales será suficiente.

#### **B.4.- Estiramientos/Flexibilidad**

La falta de flexibilidad muscular, o el elevado tono de la musculatura antagonista, es un elemento favorecedor de las lesiones en el deporte, sobre todo de lesiones musculares (33-35). Sin embargo, otros estudios señalan la insuficiente evidencia para probar que los ejercicios de estiramiento y flexibilidad son efectivos en la prevención de lesiones (36,37).

Por ello, ante la discrepancia encontrada en literatura consultada, este aspecto no será incluido en el protocolo de actuación. Se necesitan futuras investigaciones para llegar a un consenso sobre el efecto del trabajo de flexibilidad en la prevención de las lesiones por sobreuso.

## **B.5.- Propiocepción**

Se define como la conciencia de posición y movimiento articular, velocidad y detección de la fuerza de movimiento (Saavedra, 2003; Lephart, 2003).

Esto es posible por los estímulos aferentes procedentes de los receptores situados en los diferentes elementos del complejo articular y músculos. Detectan variaciones de tensión y longitud muscular y tendinosa y las variaciones de posición, velocidad y aceleración de las articulaciones. Una buena coordinación y propiocepción permiten que todos los componentes del sistema musculo esquelético estén en equilibrio y puedan tolerar una sobrecarga de las estructuras evitando que ésta las dañe (38,39).

## **C.- Técnicas preventivas específicas**

En este apartado se tratan las cualidades a trabajar en cada disciplina

### **C.1.- Natación**

#### TÉCNICA

Mediante la elevación del codo durante la fase de recobro se reduce el grado de rotación interna del húmero. Se produce una entrada de la mano más alejada de la línea media disminuyendo la rotación externa del ángulo inferior de la escápula y la flexión del húmero.

Una salida precoz de la mano del agua disminuye la hiperextensión del hombro y los extremos de la rotación; se produce un desplazamiento anterior de la cabeza humeral pudiendo ocasionarse un pinzamiento (40).

Los ejercicios de técnica irán orientados a corregir los errores anteriores.

#### REFUERZO MUSCULAR

El fortalecimiento de los rotadores externos del hombro y los estabilizadores de la escápula (trapecio medio y superior, romboides, serrato mayor y dorsal ancho) puede ayudar a prevenir el hombro de nadador (41).

Ejercicios para el fortalecimiento muscular: a continuación se detalla para cada ejercicio: los principales músculos implicados, la colocación y la ejecución.

### **Rotación externa con el uso de banda elástica (8):**

Los principales músculos implicados en este ejercicio son el conjunto de los rotadores externos del hombro.

De pie con el brazo a trabajar pegado al cuerpo y en el lado externo con el codo flexionado a 90º, se sujetta la banda elástica con la mano que debe estar atada de manera que quede a la misma altura de la mano.

Se realiza una rotación externa del hombro hasta que el brazo quede paralelo al plano frontal del cuerpo.

### **Rotación externa del brazo en decúbito lateral(41):**

Los principales músculos solicitados en este ejercicio son el conjunto de los rotadores externos del hombro.

En decúbito contra lateral al lado a trabajar, sobre una colchoneta, con un apoyo para la cabeza y piernas semi flexionadas para una mayor estabilidad.

El brazo del lado a trabajar pegado al cuerpo con el codo flexionado a 90º, sujetando la mancuerna que está apoyada en el suelo.

Se puede colocar una toalla u otro elemento entre el codo y el costado para evitar el compromiso vascular.

Se realiza una rotación externa del hombro hasta que el antebrazo quede paralelo al plano frontal del cuerpo.

### **Saludo a dos brazos (41):**

Los principales músculos solicitados en este ejercicio son el conjunto de rotadores externos del hombro.

Sentado en un banco, el tronco ligeramente flexionado hacia delante y la espalda recta. El ángulo entre el brazo y el tronco, así como en la articulación del codo es de 90º, los brazos miran oblicuamente hacia abajo.

Tensar la musculatura del tronco y llevar a cabo un movimiento aislado de rotación externa, en el que los brazos, en la posición final del movimiento, miren oblicuamente hacia arriba.

### **Pull over con barra en banco plano (42):**

Los principales músculos trabajados con este ejercicio son: pectoral mayor, serrato mayor, dorsal ancho, redondo mayor y la porción larga del tríceps.

Tumbado en decúbito supino sobre un banco, los brazos en extensión con la barra cogida en pronación, manos separadas a la anchura de los hombros.

Inspirar ensanchando el pecho al máximo y bajar la barra por detrás de la cabeza flexionando levemente los codos. Espirar al volver a la posición de inicio.

### **Elevaciones frontales alternas con mancuernas (42):**

Los principales músculos solicitados son: deltoides, haz clavicular del pectoral mayor y en menor medida, el resto del deltoides.

En todos los movimientos de elevación de los brazos, los fijadores del omóplato sobre la caja torácica, como el serrato mayor y el romboides también son solicitados permitiendo al humero moverse sobre una base estable.

Bipedestación, con los pies ligeramente separados, las mancuernas asidas en pronación apoyadas sobre los muslos.

Se realizan elevaciones alternas de los brazos hacia delante. Este ejercicio solicita principalmente la actividad del deltoides.

### **Remo horizontal a una mano con mancuerna (42):**

Los principales músculos solicitados son: dorsal ancho, redondo mayor, haz posterior del deltoides y, al final de la contracción el trapecio y el romboides. Los flexores del brazo, bíceps braquial, braquial anterior y supinador largo, también son solicitados.

La mancuerna cogida con una mano en semi-pronación, mano y rodilla contralaterales apoyadas sobre un banco.

Fijar la espalda, inspirar y tirar de la mancuerna lo más alto posible, con el brazo paralelo al cuerpo, llevando el codo bien atrás. Espirar al final del movimiento. Para una contracción máxima se puede realizar una ligera torsión del tronco al final del movimiento.

### **Ejercicio del autoestopista (8):**

Los principales músculos trabajados son los estabilizadores de la escápula y del manguito rotador.

En decúbito prono sobre una colchoneta en el suelo, los brazos en abducción a 90º con los codos estirados y el pulgar paralelo al suelo extendido.

Elevar los brazos unos centímetros del suelo y realizar pequeños círculos de delante a atrás.

Al principio el peso del brazo es suficiente, conforme se aumente la fortaleza se puede añadir algún peso externo. El objetivo final es llegar a realizarlo durante 2 minutos. Hasta conseguirlo se puede descansar unos segundos al sentir fatiga excesiva y continuar hasta completar el tiempo.

## PROPIOCEPCIÓN

La estabilidad funcional de la articulación del hombro es el resultado de una la interacción de los componentes estáticos y dinámicos de la estabilidad articular.

El sistema sensoriomotriz actúa integrando mediante la mediación de los componentes estáticos y dinámicos de la información propioceptiva aferente acerca del sentido de la posición de la articulación, cinestesia, y la sensación de resistencia y las respuestas neuromusculares eferentes que resultan (43). Mediante el trabajo propioceptivo se trabaja esta coordinación consiguiendo una mayor estabilidad articular.

### Ejercicios de propriocepción:

- Estabilización en posición de plancha con un brazo (43): en la posición de plancha se apoya una mano sobre una plataforma inestable y la otra se coloca en la espalda. Se intenta mantener el equilibrio, luego se cambia de mano.
- Flexiones sobre bosu o fitball (43): se realizan flexiones de brazos con las manos apoyadas sobre un fitball o la parte esférica del bosu. Las manos separadas a la anchura de los hombros.
- Desplazamiento de pelota en pared (8): se sujet a una pelota entre la palma de la mano y la pared con el brazo extendido.
- Estabilización en posición de plancha sobre fitball (44): en la posición de plancha se apoya el cuerpo sobre el fitball (a la altura de la pelvis) y las manos sobre una plataforma inestable.

## C.2.- Ciclismo

### Reglaje de la bicicleta

El ajuste de la bicicleta a las características antropométricas del deportista minimiza las cargas mecánicas anormales sobre el cuerpo, aumenta la comodidad del pedaleo y el rendimiento, además de prevenir diferentes lesiones por sobrecarga (14). Las más importantes a tener en cuenta son: la altura del sillín, el retroceso y la distancia de éste con el manillar (15).

### Debilidad de la musculatura del tronco (core)

El fortalecimiento y la coordinación de los músculos del core ayuda a evitar la pérdida de eficiencia y los patrones compensatorios que pueden acarrear estrés articular y lesiones por sobre uso. La meta del trabajo de estabilización del core es entrenar movimientos funcionales más que músculos individuales. Estos músculos actúan a modo de cincha alrededor del tronco proporcionando una conexión entre el miembro inferior y el superior (45).

Ejercicios para el core (45,46):

- Contracciones con deslizamiento de talones: en decúbito supino con los pies apoyados en el suelo y las piernas flexionadas. Extendemos una pierna sin que toque el suelo y la mantenemos. Volvemos a flexionarla, y al acabar apoyamos de nuevo el pie en el suelo. Se repite lo mismo con la pierna contraria.
- Giro ruso con balón medicinal: sentado manteniendo la posición de "V" (glúteos en el suelo, flexión de cadera y rodillas de forma que los fémures formen una V con el tronco), sujetando un balón medicinal con los brazos flexionados. El ejercicio se desarrolla girando el tronco mientras se sostiene el balón y se mantiene la posición de "V".

- Puente sobre fitball con extensión de pierna: la cabeza y las escapulas apoyadas sobre el fitball, se va a la posición de puente, fémures paralelos al suelo, rodillas flexionadas a 90º con los pies en el suelo. El ejercicio se desarrolla extendiendo una pierna, aguantándola 5 segundos en el aire, vuelta a la posición de inicio. Repetir con la pierna contraria.
  
- Cuadrupedia con brazos/piernas alternos sobre rollos de espuma: colocamos en el suelo dos “churros” de espuma separados a la anchura de hombros. Nos colocamos encima en posición de cuadrupedia apoyando sobre ellos manos y rodillas.
  
- Puente lateral- añadiendo abducción de cadera con movimiento de flexión/extensión: en decúbito lateral sobre la colchoneta, apoyado sobre el codo y con el hombro en abducción, el otro apoyo es el pie homolateral. El cuerpo se mantiene recto, sin dejar que caiga la pelvis. El ejercicio se desarrolla abduciendo la pierna contra lateral y llevándola a la flexión y luego a la extensión. Se repite X veces. Luego se cambia de lado.
  
- Giro ruso con balón medicinal sobre fitball: sentado sobre el fitball con los pies apoyados en el suelo; se sujetó el balón medicinal por delante; manteniendo la contracción abdominal mientras el cuerpo gira de lado a lado.

### **C.3.- Carrera**

#### TÉCNICA

La técnica se puede trabajar mediante dos métodos: el global y el analítico. En el primero, partimos del gesto completo y sobre este corregimos. En el segundo, el gesto se divide en partes y se emplean ejercicios parciales para mejorar cada una de las partes. Estos últimos son llamados ejercicios de asimilación (47).

Conjunto de ejercicios para mejorar la técnica de carrera(48):

- Desarrollo dinámico del tobillo: Desarrolla el fortalecimiento, flexibilidad y coordinación propioceptiva del tobillo. Se camina 10 metros de cada una de las siguientes maneras:
  1. Andar sobre los talones, estirando los dedos hacia las tibias.
  2. Andar de puntillas.
  3. Andar sobre el borde externo de pie.
  4. Andar sobre el borde interno del pie.
- Flexión y extensión de cadera: Mejora la extensión y flexión de cadera, las cuales son importantes para alcanzar la amplitud total de movimiento durante el impulso y el balanceo. Nos situaremos de pie con los brazos estirados hacia delante y las manos apoyadas contra una pared. Se adelanta el pie izquierdo y se coloca sobre una plataforma o superficie inestable con la rodilla ligeramente flexionada. La pierna derecha se extiende del todo hacia detrás. Poco a poco adelantamos el muslo derecho hacia delante y arriba, iniciando el movimiento desde la cadera. Después aceleramos el movimiento hacia delante, flexionando la cadera al máximo rápidamente. Lo siguiente es extender el muslo, lo más atrás posible y tocar el suelo con el dedo gordo del pie. Se realizan 30 repeticiones con una pierna y luego con la otra.
- Marcha de “garra”: Mejora la estabilización propioceptiva junto con el control neuromuscular cuando se realiza la fase de apoyo a vuelo del pie. De pie con la pierna izquierda sobre una superficie o plataforma inestable, se eleva el muslo derecho hasta que esté paralelo al suelo con la rodilla flexionada (posición de marcha). Se estabiliza el cuerpo por la contracción del transverso abdominal y se mantiene durante 5''. Se flexiona la rodilla izquierda unos centímetros. El pie derecho desciende rápidamente, arañando el suelo mediante el roce de la cabeza de los metatarsianos.

Rápidamente se vuelve a la posición de marcha. Se ejecutan 10 repeticiones con una pierna y después con la otra.

- Salto a una pierna: Desarrolla el equilibrio propioceptivo y fortalece cadera, cuádriceps, pie y tibia. Se coloca el muslo derecho en la posición de marcha. Se desciende a tocar el suelo con los dedos y la cabeza de los metas, rápidamente sube el muslo hasta la altura del pecho. El pie izquierdo despegará del suelo al hacerlo correctamente. 5-10 repeticiones por pierna.
- Skipping con la rodilla alta: Un ejercicio excelente para mejorar la coordinación de la rodilla, cadera, pie y brazos. Se realiza el movimiento de "skipping" sin desplazarse, alternando ambas piernas, saltando cada vez con la pierna de apoyo. Progresivamente se empieza a mover hacia atrás aumentando, en cada paso, la altura a la que se eleva el muslo. Los brazos se mueven al mismo ritmo que las piernas mientras se mantiene una postura erguida. Se salta, exagerando la altura de cada salto, durante 25 metros. Después salta otros 25 metros más, exagerando la longitud de cada salto, saltando lo más lejos posible. Primero se salta con la derecha y luego con la izquierda.
- Patada de talón: Buen ejercicio para el entrenamiento dinámico de pie, coordinación de brazos y la postura. Se empieza trotando suavemente, llevando los talones hasta los glúteos (se puede hacer llevando uno o ambos). Rápidamente se separa el pie de los glúteos, trabajando los brazos en coordinación con cada elevación del talón.
- Marcha a pie y patada de carrera: Contribuye al equilibrio y la coordinación del miembro inferior y la parte superior del cuerpo.

También es bueno para el desarrollo cinestésico de la extensión de cadera cuando se hace con una sola pierna. Se empieza andando lentamente, elevando las rodillas más alto en cada paso. Una vez que el muslo ha llegado a la altura de la cadera, aguanta durante 5 segundos y después se da una patada con la pierna, manteniendo el pie flexionado y los dedos apuntando hacia la tibia. Se realiza primero andando y luego corriendo como se ha descrito con una pierna y las dos a la vez.

- Rebote a una pierna (alternando): Se trata de un ejercicio que trabaja la coordinación y también la fuerza de los flexores de la cadera, glúteos, cuádriceps y pie. Se sitúa la pierna izquierda delante de la derecha. La pierna derecha empuja, llevando enérgicamente el muslo y la rodilla hacia detrás y arriba. Vuelta a la posición de inicio, después se cambia la posición de las piernas y se repite.

## FORTALECIMIENTO MUSCULAR

### **Extensión de rodillas en máquina(42):**

Los principales músculos solicitados son: recto anterior, vasto interno, vasto externo y el crural.

Sentado en la máquina, las manos agarran el asiento para mantener el tronco fijo, rodillas flexionadas, tobillos colocados debajo de las almohadillas.

Inspirar y efectuar una extensión de las rodillas hasta la horizontal. Espirar al final del movimiento. Este ejercicio es el mejor movimiento de aislamiento del cuádriceps. Cuanto mayor sea la inclinación del respaldo, mayor será la retroversión de la pelvis.

El recto anterior que es la porción mediana biarticular del cuádriceps, se estirará haciendo que su trabajo sea más intenso durante el movimiento de extensión de las piernas.

### **Elevación de un talón con mancuerna(42):**

Los principales músculos solicitados son los componentes del tríceps sural.

De pie, apoyado sobre la pierna a trabajar, la punta del pie apoyada sobre una cuña, una mano sujetla mancuerna y con la otra sujetándose para tener mejor equilibrio. Efectuar una flexión plantar manteniendo la articulación de la rodilla en extensión o con una ligera flexión.

Regresar a la posición inicial. Es importante realizar una flexión completa en cada repetición para estirar del todo el tríceps sural.

### **Sentadilla(42):**

Los principales músculos solicitados son el cuádriceps, los glúteos y el bíceps femoral, además de los abductores, extensores del ráquis y abdominales. Se trata de uno de los ejercicios más completos y que más grupos musculares implica.

Se apoya la barra sobre los trapecios y se coge con las manos con una separación que nos permita estar cómodos y tirar los codos hacia atrás;

Inspirar profundamente (lo que permite mantener una presión intratorácica que impide el desplazamiento anterior del tronco), arquear ligeramente la espalda y contraer la banda abdominal, mirar recto hacia delante y retirar la barra del soporte. Retroceder uno o dos pasos, detenerse con los pies paralelos (o las puntas ligeramente hacia afuera) a una distancia parecida a la anchura de hombros, agacharse inclinando la espalda hacia delante (el eje de flexión debe pasar por la articulación coxofemoral controlando la bajada y sin curvar la columna vertebral para así evitar cualquier traumatismo).

Cuando los fémures alcancen la horizontal realizar una extensión de las piernas enderezando el tronco para recuperar la posición de partida. Espirar al final del movimiento.

### **Sentadillas a una pierna (49):**

Este ejercicio trabaja la musculatura similar a las sentadillas comunes de manera unilateral y con una mayor intensidad ya que todo el peso del cuerpo se mueve con una pierna. Además incide más en el equilibrio.

De pie con una separación de los pies similar a la anchura de hombros. Se carga el peso sobre una pierna y se extienden los brazos hacia delante.

Lentamente se comienza a bajar, haciendo el movimiento de la sentadilla común, estirando la pierna que permanece en el aire conforme descendemos. Al principio se puede apoyar una mano en la pared o en un palo a modo de bastón.

### **Curl de piernas acostado (42):**

Los principales músculos solicitados son los isquiotibiales, bíceps femoral y gemelos y en profundidad, el músculo poplíteo.

Acostado sobre la máquina en decúbito prono, las manos en los agarres, las piernas extendidas, tobillos ajustados en los cojines:

Inspirar y efectuar la flexión simultánea de las piernas intentando tocar los glúteos con los talones. Espirar al final de la contracción. Volver al inicio controlando el movimiento. Con los pies en extensión el trabajo predominante es de los isquiotibiales, mientras que en flexión es de los gemelos.

### **Abductores resistidos en bipedestación(49):**

Los principales músculos solicitados son el grupo de estabilizadores de la cadera y abductores.

De pie, con una banda elástica o goma alrededor del tobillo, se retrocede un par de pasos para evitar que la goma no roce con la pierna de apoyo. Contraer la musculatura abdominal y mantenerla durante la ejecución para estabilizar el tronco.

Con las rodillas extendidas, llevar la pierna atada hacia afuera y ligeramente hacia atrás. Los glúteos de la pierna de apoyo deberían contraerse para mantener la pelvis estable, mientras que los del otro lado lo hacen para separar la pierna atada. Vuelta a la posición de inicio de manera controlada. Repetir 50 veces.

### **D. Indicadores de éxito**

Para observar si el protocolo de actuación está teniendo efectos positivos no sólo tendremos en cuenta la ausencia o incidencia de lesiones. Es necesario atender a las capacidades trabajadas con los diferentes ejercicios. Por ello es necesario parametrizarlas para poder compararlas en el tiempo. Las tres dimensiones evaluadas han sido elegidas por ser las que, con más frecuencia, su déficit puede ser causa de lesión. En algunas de éstas resulta difícil establecer valores cuantitativos graduados, como es el caso de la técnica.

### Técnica(50):

La evaluación (análisis) de la técnica se define como distancia entre la ejecución del deportista (modelo individual) y las características del modelo ideal. Hay dos formas de analizar la técnica: cualitativa y cuantitativamente.

El análisis cuantitativo es más usado en el terreno de la investigación y el método más representativo es el análisis biomecánico. Para llevárselo a cabo es necesaria una instrumentación compleja.

Una aproximación al análisis cualitativo de la técnica es la labor que realizan los entrenadores.

Su análisis se basa en la experiencia práctica, no es una metodología concreta. Para realizarlo el entrenador necesita un alto grado de cualificación y experiencia. Por tanto se trata de un método basado en criterios subjetivos.

#### Fortalecimiento muscular (51):

Para el control de la evolución de la fuerza resistencia se utilizará la medición del número máximo de repeticiones con un trabajo muscular dinámico durante un intervalo de tiempo. Para comprobar que se produce una mejora de este aspecto habrá que realizar un número mayor de repeticiones en cada test sucesivo.

#### Propiocepción (43):

La propiocepción se mide en el laboratorio con diferentes herramientas de valoración, incluyendo isocinéticos, goniometría y electrogoniometría estándar, dispositivos de prueba proprioceptivos y sistemas electromagnéticos de análisis de movimiento.

Normalmente estos métodos son de difícil acceso, el control neuromuscular se puede medir de manera indirecta. En el caso del hombro se puede utilizar el Índice de Rendimiento del Lanzamiento Funcional (IRLF). Para realizar la prueba el individuo lanza una pelota de goma a un objetivo cuadrado de 0.3m. X 0.3.m dibujado en una pared, tantas veces como sea posible durante 30 segundos. El índice se calcula dividiendo el número total de lanzamientos por el número de aciertos.

Tabla 1: Indicadores de evaluación del protocolo

| Aspecto a evaluar               | Método de evaluación                          | Tipo de evaluación |
|---------------------------------|---|--------------------|
| <b>Técnica</b>                  | Observación, análisis biomecánico             | Subjetiva          |
| <b>Fortalecimiento muscular</b> | Número de repeticiones en intervalo de tiempo | Objetiva           |
| <b>Propiocepción</b>            | Mediante instrumentación, IRLF                | Objetiva           |

# **DESARROLLO**

## **Composición de las sesiones de entrenamiento**

En este apartado se lleva a cabo la construcción de las sesiones de entrenamiento. Cada sesión se compone de un calentamiento, con parte específica para cada deporte, y de una tabla de fortalecimiento. Esta tabla contiene ejercicios de musculación, propiocepción y trabajo del core. Se indica el ejercicio y el número de repeticiones a realizar.

### **CALENTAMIENTO**

El calentamiento se realizará como elemento previo a cualquier sesión de entrenamiento. La parte general será común para los tres deportes, mientras que la específica incluirá variantes en cada uno de los tres deportes.

#### General (27):

- Movilización articular: movimientos de las articulaciones.
  - Cuello: mover suavemente en flexión, extensión, flexión lateral y rotaciones.
  - Hombro: movimientos del muñón del hombro, hacia arriba, abajo, delante y atrás. Después circunducción cambiando el sentido.
  - Tronco: rotaciones y flexiones.
  - Piernas: en decúbito supino con la cadera y las rodillas flexionadas, extenderlas de manera alterna.
- Ejecución de la actividad (nado, bici o carrera) progresivamente. Durante 5 a 10 minutos.

## Específico

### NATACIÓN

Se realizarán los ejercicios de técnica propuestos por el entrenador. Primando la correcta ejecución sobre la intensidad.

### CICLISMO

El ciclismo es la disciplina con la técnica más sencilla. Por esto la parte específica no se desarrollará.

### CARRERA

Para la parte específica del calentamiento para una sesión de carrera se realizarán los ejercicios propuestos para la mejora de la técnica:

- Desarrollo dinámico del tobillo.
- Flexión y extensión de cadera.
- Marcha en garra.
- Salto a una pierna.
- Skipping con la rodilla alta.
- Patada de talón.
- Marcha a pie y patada de carrera.
- Rebote a una pierna (alternando).

## **SESIONES DE ENTRENAMIENTO INDIVIDUALES**

Se realizarán dos sesiones de fortalecimiento muscular a la semana, con, al menos, 48 horas de separación. Al tratarse de dos sesiones diferentes evitamos la repetición excesiva. Los ejercicios de realizarán en forma de circuito. Este tipo de entrenamiento no está asociado a ninguna fase del entrenamiento determinada dentro del ciclo anual. Resulta idóneo para trabajar la condición física general (51). En los ejercicios de fortalecimiento muscular se trabajará por repeticiones. Los ejercicios para el core y de propiocepción podrán ser por repeticiones o tiempo.

El descanso entre ejercicios será de 1 minuto y entre series se organizará de acuerdo con la percepción individual subjetiva del esfuerzo (41). Interesa una recuperación total para que la ejecución de los ejercicios sea lo más correcta posible en cada serie.

La tensión muscular debe mantenerse a lo largo de todo el recorrido, en la parte de elevación (concéntrica) y descenso (excéntrica). Es importante seguir una respiración regular durante toda la ejecución del ejercicio, expulsando el aire en la fase excéntrica (41).

**Tabla 3: Sesión Fortalecimiento Muscular nº1**

| Ejercicio  | Ejecución                       |
|--|---------------------------------|
| <b>Rotación externa de hombro con banda elástica</b> | 50 repeticiones con cada brazo  |
| <b>Sentadilla</b>                                    | 50 repeticiones                 |
| <b>Pullover con barra</b>                            |                                 |
| <b>Contracciones con deslizamiento de talones</b>    | 50 repeticiones con cada pierna |
| <b>Elevaciones frontales con mancuerna</b>           | 30 repeticiones con cada brazo  |
| <b>Elevación de talón</b>                            | 50 repeticiones con cada pierna |
| <b>Cuadrupedia sobre rodillos</b>                    | 15 veces con cada lado          |
| <b>Pelota en pared</b>                               | 1 minuto con cada mano          |
| <b>Giro ruso sobre fitball</b>                       | 20 giros a cada lado            |
| <b>Abductores</b>                                    | 40 repeticiones con cada pierna |
| <b>Ejercicio del autoestopista</b>                   | 2 minutos                       |

**Tabla 4: Sesión Fortalecimiento Muscular nº2**

| Ejercicio   | Ejecución                       |
|---|---------------------------------|
| <b>Rotación externa de brazo en decúbito lateral</b>                | 30 repeticiones con cada brazo  |
| <b>Sentadilla a una pierna</b>                                      | 10 repeticiones con cada pierna |
| <b>Estabilización de hombro en posición de plancha con un brazo</b> | 30 segundos con cada brazo      |
| <b>Puente lateral</b>   | 20 repeticiones con cada pierna |
| <b>Saludo a dos brazos</b>  | 30 repeticiones                 |
| <b>Extensiones de rodilla en máquina</b>                            | 50 repeticiones                 |
| <b>Flexiones sobre bosu</b>   | 20 repeticiones                 |
| <b>Giro ruso</b>  | 20 giros hacia cada lado        |
| <b>Remo horizontal con mancuerna</b>                                | 30 repeticiones con cada brazo  |
| <b>Curl de piernas acostado</b>                                     | 50 repeticiones                 |
| <b>Puente sobre fitball</b>   | 50 repeticiones                 |

## CONCLUSIONES

El triatlón es un deporte duro y que requiere muchas horas de entrenamiento, esto produce un gran número de lesiones por sobreuso. La identificación de las lesiones y de sus factores predisponentes resulta difícil ya que el triatlón lo forman tres deportes diferentes y se practican de forma combinada.

En la correcta identificación de las mismas hay carencias de investigación derivadas de la dificultad que supone recoger información de tres modalidades diferentes en un solo deporte. Se ha integrado de la manera más completa posible el conjunto de aspectos a trabajar, basándolo en tres pilares fundamentales: diagnóstico, intervención y valoración. El análisis de la literatura científica revela el equilibrio muscular como la condición más influyente en el desarrollo de lesiones por sobreuso. Por eso, las sesiones de entrenamiento incluyen un gran número de ejercicios de fortalecimiento muscular orientados a corregir los desequilibrios musculares causados por el trabajo repetitivo y prolongado en cada disciplina.

Las diferencias encontradas en dicha literatura sobre las poblaciones de estudio y la metodología empleada ha dificultado también la recopilación de información para el desarrollo del protocolo.

El fin último de este protocolo no sólo consiste en evaluar los valores obtenidos en las capacidades trabajadas y los cambios en la incidencia de las lesiones sino que sirve como base para futuras investigaciones sobre los métodos de entrenamiento y desarrollo de sesiones deportivas.

La experiencia adquirida por el fisioterapeuta deportivo a lo largo de su trayectoria profesional puede servir como base de futuros estudios para el análisis del “ideal preventivo” y abrir nuevas vías de investigación que aporten nuevos conocimientos sobre este tema.

Los conocimientos sobre las lesiones y su tratamiento ayudan a entender el “por qué” y el “cómo” se producen. Compartir esta información con el entrenador y con el deportista puede representar una gran ayuda para elaborar posibles estrategias preventivas.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Federación Española de Triatlón. Resumen licencias 2008. [en línea]. Madrid: Federación Española de Triatlón; 2008 [Acceso: 14/3/2015]. Disponible en: [http://www.coe.es/web/Noticias.nsf/41a0768211f9517dc1256dc7003b09bc/a87109ce40065363c125751c004cd290/\\$FILE/Final.pdf](http://www.coe.es/web/Noticias.nsf/41a0768211f9517dc1256dc7003b09bc/a87109ce40065363c125751c004cd290/$FILE/Final.pdf).
- (2) Consejo Superior de Deportes. Memoria 2013/ Licencias y Clubes. [en línea]. Madrid: Consejo Superior de Deportes; 2014 [Acceso 3/14/2015]. Disponible en: <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/licenciasyclubes-2013.pdf>
- (3) Korkia PK, Tunstall-Pedoe DS, Maffulli N. An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. Br J Sports Med 1994 Sep;28(3):191-196.
- (4) Gosling CM, Gabbe BJ, Forbes AB. Triathlon related musculoskeletal injuries: the status of injury prevention knowledge. J Sci Med Sport 2008 Jul;11(4):396-406.
- (5) Galera O, Gleizes-Cervera S, Pillard F, Riviere D. Prevalencia de lesiones en triatletas de una liga francesa. Apunts: Medicina de l'esport 2012;47(173):9-15.
- (6) Bertola IP, Sartori RP, Correa DG, Zott TG, Gomes AR. Profile of injuries prevalence in athletes who participated in SESC Triathlon Caioba-2011. Acta Ortop Bras 2014;22(4):191-196.
- (7) Migliorini S. Risk factors and injury mechanism in Triathlon. Journal of Human Sport and Exercise 2011;6(1):309-314.
- (8) Wanivenhaus F, Fox AJ, Chaudhury S, Rodeo SA. Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. Sports Health 2012 May;4(3):246-251.
- (9) Martínez Gil JL. Lesiones en el hombro y fisioterapia. Madrid: Arán; 2006.
- (10) Brian R, Wolf MD. Injuries in swimming. Sports Medicine Update 2009 :2-5.
- (11) Piednoir F, Meunier G, Pauget P. La bicicleta: descubre y practica el cicloturismo. Barcelona: INDE; 2000.
- (12) Clarsen B, Krosshaug T, Bahr R. Overuse injuries in professional road cyclists. Am J Sports Med 2010 Dec;38(12):2494-2501.
- (13) Manninen JS, Kallinen M. Low back pain and other overuse injuries in a group of Japanese triathletes. Br J Sports Med 1996 Jun;30(2):134-139.

- (14) Di Alencar TAM, Matias KFS, Bini RR, Carpes FP. Revisão etiológica da lombalgia em ciclistas. Revista Brasileira de Ciências do Esporte 2011;33:507-528.
- (15) Olivito JMC. Biomecánica de la extremidad inferior en el ciclista. Archivos de medicina del deporte 1986; 3(11): 233-238.
- (16) Lehenaff D, Bertrand D. El triatlón. Barcelona: INDE; 2001.
- (17) Vleck V, Millet GP, Alves FB. Triathlon injury—an update. Schweizerische Zeitschrift fur Sportmedizin und Sporttraumatologie 2013;61(3):10-16.
- (18) Cipriani DJ, Swartz JD, Hodgson CM. Triathlon and the multisport athlete. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1998;27(1):42-50.
- (19) Spiker AM, Dixit S, Cosgarea AJ. Triathlon: running injuries. Sports Med Arthrosc 2012 Dec;20(4):206-213.
- (20) Arrigunaga FC. Síndrome doloroso patelofemoral. Ortho-Tips 2007;3(1):7-11.
- (21) Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Berghe LV, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2005;13(2):122-130.
- (22) Thomeé R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome. Sports medicine 1999;28(4):245-262.
- (23) Abush T, Katz S. Síndrome de fricción de la banda iliotibial. Diagnóstico y tratamiento en pacientes corredores. Revista mexicana de ortopedia y traumatología 1999;13(2):99-103.
- (24) López F. Bases científicas para el diseño de un programa de ejercicios para el síndrome de la banda iliotibial. [en línea]. Madrid: Sociedad española de medicina física y rehabilitación; 2010 [acceso 20/2/2015]. Disponible en: <http://www.sermef-ejercicios.org/webprescriptor/bases/basesCientificasSBandaIliotibial.pdf>
- (25) Aparicio Hidalga C. Prevención y lesiones más frecuentes en el hombro del nadador. NSW: Natación, saltos/sincro, waterpolo 2007(3):21-24.
- (26) Safran MR, Garrett WE, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM. The role of warmup in muscular injury prevention. Am J Sports Med 1988 Mar-Apr;16(2):123-129.
- (27) Bernhardt DB. Fisioterapia del deporte. Barcelona: Jims; 2013.

- (28) Walker B., Gunther Bell M. La anatomía de las lesiones deportivas. Badalona: Paidotribo; 2010.
- (29) Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2014;48(11):871-877.
- (30) Prentice WE. Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva. Badalona: Paidotribo; 2001.
- (31) Boeckh-Behrens WU, Buskies W. Entrenamiento de la fuerza. Badalona: Paidotribo; 2004.
- (32) Jiménez A, De Paz JA, Aznar S. Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. Lecturas EF y Deportes, Revista digital [en línea] junio de 2003 [fecha de acceso 13 de diciembre de 2014]; (61): [approx. 18 p.]. URL disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd61/salud.htm>
- (33) Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Weitman EA. The prevention of ankle sprains in sports. A systematic review of the literature. *Am J Sports Med* 1999 Nov-Dec;27(6):753-760.
- (34) Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Porter Kelling E. Prevention of knee injuries in sports. A systematic review of the literature. *J Sports Med Phys Fitness* 2003 Jun;43(2):165-179.
- (35) Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD,Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc* 2004 Mar;36(3):371-378.
- (36) Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman SA. Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1992;16(6):262-268.
- (37) Yeung EW, Yeung SS. A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. *British Journal of Sports Medicine* 2001 December;35(6):383-389.
- (38) Frontera WR. Clinical Sports Medicine: Medical Management and Rehabilitation. Filadelfia: Saunders; 2007.
- (39) Rodríguez DR. Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento deportivo óptimo. Madrid: Editorial Médica Panamericana Sa; 2010.
- (40) Pink MM, Tibone JE. The painful shoulder in the swimming athlete. *Orthop Clin North Am* 2000 Apr;31(2):247-261.

- (41) Kraemer W. Entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Editorial Hispano Europea; 2006.
- (42) Delavier F. Guía de los movimientos de musculación. Descripción anatómica (Color). Badalona: Paidotribo; 2007.
- (43) Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train* 2000 Jul;35(3):351-363.
- (44) Naughton J, Adams R, Maher C. Upper-body wobbleboard training effects on the post-dislocation shoulder. *Physical Therapy in Sport* 2005;6(1):31-37.
- (45) Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep* 2008 Feb;7(1):39-44.
- (46) Princeton University Health Services. Lumbar/ Core Strength and Stability Exercises. [en línea]. Princeton: Princeton University; 2008 [acceso 1/4/2015]. Disponible en: <http://www.princeton.edu/uhs/pdfs/Lumbar.pdf>.
- (47) Lope MV, Benejam JC. Tratado de atletismo. Madrid: Esteban Sanz Martínez; 1997.
- (48) Evans M. Triathlete's Edge. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.
- (49) Barnett A. Running Strength Exercises. [en línea]. Canmore: <http://adventurescience.ca>; 2010 [acceso 6/4/2015]. Disponible en: [http://adventurescience.ca/deathrace/training/Running\\_Strength\\_Exercises.pdf](http://adventurescience.ca/deathrace/training/Running_Strength_Exercises.pdf)
- (50) Granell JC, Cervera VR. Teoría y planificación del entrenamiento deportivo. Badalona: Paidotribo; 2006.
- (51) Weineck J. Entrenamiento total. Badalona: Paidotribo; 2005.
- (52) Bartlett JL, Physiology,University of Colorado at Boulder. Integrative. Muscle Function in Walking, Running and Cycling. Ann Arbor: University of Colorado at Boulder; 2007.
- (53) Granell JC, Lazcorreta JEG. Las técnicas de atletismo. Manual práctico de enseñanza. Badalona: Paidotribo; 2004.
- (54) Sloniger MA, Cureton KJ, Prior BM, Evans EM. Lower extremity muscle activation during horizontal and uphill running. *J Appl Physiol* (1985) 1997 Dec;83(6):2073-2079.

## **ANEXO I - Explicación técnica de las disciplinas**

Este anexo recoge la explicación de los tres deportes que componen el triatlón.

### **NATACIÓN**

Describiré únicamente la acción de los brazos o brazada ya que es la parte más propensa a producir lesiones (8). La brazada de crol consta de dos fases y estas a su vez de varias partes:

-Acuática o tracción:

- Entrada
- Agarre
- Tirón
- Empuje

-Aérea o recobro: por la posición del cuerpo el hombro es la primera parte en salir del agua, seguido del codo, que se encuentra flexionado, a continuación el antebrazo y, por último, la mano.

**Tabla 4: Relación de los principales músculos del hombro implicados en la brazada.**

| <b>Fase de la brazada</b> | <b>Posición del hombro</b>                      | <b>Actividad muscular</b>   |
|---------------------------|---|---|
| <b>Entrada</b>            | Abducción, flexión, rotación interna            | Trapecio superior, romboides, supraespínoso, deltoides medio y anterior, serrato anterior |
| <b>Agarre</b>             | Aducción, extensión, rotación neutra            | Pectoral mayor, redondo menor, serrato anterior   |
| <b>Tirón-Empuje</b>       | Aducción completa, extensión y rotación interna | Dorsal ancho, subescapular, serrato anterior  |
| <b>Recobro</b>            | Extensión, abducción y rotación interna         | Deltoides, supraespínoso, subescapular, romboides   |

### **CICLISMO**

El pedaleo se trata de un movimiento cíclico con predominancia de las contracciones concéntricas, al contrario que la carrera, la cual presenta grandes contracciones de carácter excéntrico. Atendiendo a los cambios sufridos por los tres segmentos –muslo, pierna y pie–, por las articulaciones –coxofemoral, rodilla y tobillo– y por la musculatura implicada en el pedaleo se distinguen cuatro fases (15):

- Fase I: de  $20^\circ$  a  $145^\circ$ , siendo  $0^\circ$  el momento en el que el pie está en la posición vertical más elevada y  $180^\circ$  en la inferior. Se extienden muslo (glúteo mayor, tensor de la fascia lata e isquiotibiales), pierna (cuádriceps por medio del vasto externo y crural) y pie (tríceps sural ayudado por músculos retromaleolares).
- Fase II: de  $145^\circ$  a  $215^\circ$  es una fase de inversión, se completa la extensión para comenzar con la flexión:
  - $145^\circ$  a  $180^\circ$ : el pie va a flexión plantar (sóleo), los gemelos, al ser biarticulares, no actúan mucho por la posición de la rodilla. Ésta apenas se extiende.
  - $180^\circ$  a  $215^\circ$ : la orientación del pie permanece parecida a la fase anterior. Se produce una flexión activa del miembro inferior.
- Fase III: de  $215^\circ$  a  $325^\circ$  es opuesta a la fase I. Se flexionan todos los segmentos de miembro inferior: muslo (psoas-iliaco, recto anterior y sartorio), pierna (músculos de la pata de ganso, poplíteo y bíceps femoral) y pie (tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo).
- Fase IV:  $325^\circ$  a  $20^\circ$  los movimientos de esta fase son complejos y difíciles de esquematizar. El pie pasa de estar extendido a  $140^\circ$  a flexionarse hasta los  $105^\circ$ . La rodilla y la cadera apenas se mueven.

## CARRERA

El paso de la carrera se divide en dos fases principales (52,53):

- Apoyo: el objetivo principal de esta fase es sostener el peso del cuerpo y contribuir al avance. Prima la extensión de las articulaciones. A su vez se divide en tres periodos:
  - o Contacto del pie con el suelo: el pie se posiciona correctamente y contacta con el suelo ligeramente adelantado a la rodilla y la cadera. Mientras tanto los músculos frenan el cuerpo.
  - o Recepción: el pie y pierna apoyados en el suelo reciben el peso del cuerpo. La pierna y la rodilla están levemente flexionadas para amortiguar y permitir el avance de la cadera para el siguiente periodo.
  - o Impulso: se produce por la extensión del pie y la rodilla. El pie va hacia la flexión plantar presionando el suelo. La presión se inicia en la parte externa y acaba en la interna.
- Suspensión o balanceo: A diferencia de la fase anterior está caracterizada por la flexión de las articulaciones. Comienza después del impulso. El pie abandona el suelo totalmente extendido y se flexiona para facilitar el avance. El muslo avanza adelante-arriba. La pierna que se balancea debe aterrizar más adelante que el miembro en contacto con el suelo.

## **Músculos implicados**

Los músculos que presentan el mayor porcentaje de activación de sus fibras durante la carrera horizontal son: el conjunto de los aductores (90%), isquiotibiales [semitendinoso (86%), bíceps femoral (76%), semimembranoso (75%)], grácil (76%), recto femoral (74%), grupo de los glúteos (72%) y gastrocnemios (68%) (54).

Los que presentan una contracción más intensa son: el grupo de los glúteos, grupo aductor, semitendinoso y semimembranoso. Mientras que los usados con una menor intensidad son: psoas-iliaco, recto femoral y el grupo de los vastos (54).

En la cadera actúan:

- Glúteo Mayor: desde el contacto hasta mitad de la fase de apoyo y de nuevo actúa un poco antes del siguiente contacto.
- Abductores: Igual que el glúteo mayor.
- Aductores: durante toda la zancada.
- Tensor de la fascia lata

En la rodilla:

- Recto femoral: actúa desde el contacto hasta más de la mitad de la fase de apoyo, durante la mitad de la fase de vuelo y previo al nuevo contacto.
- Vasto medio: ídem recto femoral.
- Vasto lateral: ídem recto femoral
- Bíceps femoral: ídem recto femoral.
- Semitendinoso y semimembranoso: desde el contacto hasta  $\frac{3}{4}$  de la fase de apoyo y comienza de nuevo a mitad de la fase de vuelo.

En el tobillo:

- Gemelos
- Sóleo
- Tibial anterior: desde el contacto hasta mitad de la fase de apoyo y un poco antes del despegue durante toda la fase de vuelo.