

**AÑO 18 N°51**

ORGANO DE DIFUSIÓN DE LA ASOCIACIÓN  
DE KINESIOLOGÍA DEL DEPORTE

REVISTA **SEPTIEMBRE 2012**

# AKD

Estudio comparativo entre miembro hábil y no hábil: acortamientos musculares en los jugadores del Club de fútbol Pachuca categoría sub- 17 durante la temporada 2010-2011

---

Análisis biomecánico y tratamiento de la tendinopatía Aquileana

---

La fase de readaptación a la actividad física en los procesos de rehabilitación deportiva



## CONTACTO AKD

E-mail: [info@akd.org.ar](mailto:info@akd.org.ar)

Web: [www.akd.org.ar](http://www.akd.org.ar)

Tel: 54 11 3221-0798

 Twitter

 Facebook:



## BENEFICIOS PARA SOCIOS AKD

- › Recepción de la REVISTA AKD en formato digital.
- › Importantes descuentos en Congresos, jornadas, talleres y todo evento que organice AKD.
- › Acceso libre a las jornadas AKD online.
- › Actividades científicas exclusivas para socios.
- › Acceso a la edición on-line de la prestigiosa revista internacional JOSPT. Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy. Contratación anual con acceso a 12 ediciones.
- › Status de socio en SONAFE y SOKIDE.
- › Sorteos de becas en eventos difundidos por AKD.
- › Realización de actividades científicas, con certificado de asistencia.
- › Capacitación a través del Sistema de Concurrencias en Instituciones Deportivas y Centros de Medicina Deportiva.
- › Acceso a bibliografía especializada.
- › Acceso libre a la biblioteca de la Facultad de Medicina de la UBA.
- › Descuento en la matriculación del Posgrado de la Especialidad en Kinesiología del Deporte de la UBA.
- › Asesoramiento legal.



## AKD TV

Era un viejo anhelo de la Asociación de Kinesiología del Deporte poder ir subiendo a nuestra página web videos de congresos, jornadas y cursos que hemos organizado en los últimos años.

Por suerte tenemos mucho material y nuestra idea es compartirlo con todos ustedes. En un principio será abierto a todos pero en poco tiempo será exclusivo para socios de la AKD.

Esperamos les sea de gran utilidad.

[WWW.AKD.ORG.AR/HOME.PHP?PAG=VIDEOS](http://WWW.AKD.ORG.AR/HOME.PHP?PAG=VIDEOS)

### VIDEOS DISPONIBLES

- Disfunción Femoro-patelar en el deporte - Ft. Marcelo Bannwart Duración: 0:27:19 (23-08-12)
- Electroanalgesia Método INTERX - Lic. Alejandro Goldman Duración: 0:11:05 (23-08-12)
- Efecto de la Radiofrecuencia en el Tejido Blandoa - Lic. Oscar Ronzio Duración: 0:13:20 (22-08-12)
- Actualización en Electroestimulación Muscular - Lic. David Marelli Duración: 0:17:06 (21-08-12)
- Prevención de Lesiones del hombro en la alta competencia - Dr. Arnoldo Álbero Duración: 0:18:56 (03-07-12)
- Evaluación funcional del hombro del deportista - Lic. Romina Gilli Duración: 0:20:41 (02-07-12)
- Diagnóstico por imágenes en el Hombro - Dr. Alejandro Rolón Duración: 0:20:45 (01-07-12)
- Semiología del hombro - Dr. Omar Lencina Duración: 0:16:49 (26-06-12)
- Rol de los ejercicios excéntricos en las tendinopatías - Lic. Javier Crupnik Duración: 0:16:48 (11-04-12)
- Anatomía y biomecánica del hombro - Lic. Cynthia Pissetta Duración: 0:14:52 (11-04-12)
- Klgo. Luis Herrera Duración: 0:27:16 (11-04-12)
- Abordaje en tendinopatías: Mecanotransducción - Lic. Sergio Patiño Nuñez (Parte 2). Duración: 0:14:36 (13-03-12)
- Abordaje en tendinopatías: Mecanotransducción - Lic. Sergio Patiño Nuñez (Parte 1). Duración: 0:27:18 (06-03-12)
- Tendinopatías - Tecaterapia. Lic. Marcelo Labanda. Duración: 0:16:14 (15-02-12)

## COMISIÓN DIRECTIVA AKD

**Presidente:** Crupnik, Javier

**Vicepresidente:** Viñas, Gabriel

**Secretario:** Rivas, Diego

**Pro-secretario:** Passalenti, Andrea

**Tesorero:** Conrado, Adrián

**Pro-tesorero:** Rijavec, Fabián

**Sec. Prensa y difusión:** Brunetti, Gustavo

### Pro-Secretaria Prensa y difusión

Krasnov, Fernando

### Vocales Titulares

Carelli, Daniel

Reich, Cristian

Panza Julio

Gays, Cristian

Franco, Javier

Fernández, Pablo

### Vocales Suplentes

Kokalj, Antonio

Goldmann, Alejandro

Betti, Matias

### Com. Rev. Cuentas Titular

Romañuk, Andrés

Pardo, Gonzalo

De Brasi, Gabriel

### Com. Rev. Cuentas Suplente

Schettini, Javier

### Comisión honoraria

Fernandez, Jorge

Mastrangelo, Jorge

González, Alejandro

Clavel, Daniel H.

Rojas, Oscar

Villafañe, Juan José

### Secretaria

Hidalgo, María

### Contador de la AKD

Barenas, Agustín

## SOCIOS REPRESENTANTES

**Córdoba:** Verrúa Banegas, Enrique

**La Pampa:** Kiriachek, Andrés

**Mendoza:** Sarfati, Gabriel

**México:** Cocco, Carlos

**Neuquén:** Fernández, Mario

**Río Negro:** Auada, Ricardo

**San Juan:** Arévalo, Oscar Alberto

**Santa Cruz:** Poggiese, Ernesto

**Santiago del Estero:** Neme, Cecilia

**Tucumán:** Hamada, Rodrigo

## Editorial

Estimados socios:

En primer lugar quiero manifestar el honor que para mi significa asumir la presidencia de esta prestigiosa asociación. Y retomando las palabras durante el acto de asunción, recordarles que la AKD es de los socios. Por ello los invito a participar activamente, no sólo como participante de las actividades organizadas por la asociación, sino como parte interesada en la construcción de las mismas. Los invito no sólo a ver el partido desde la tribuna, sino a jugarlo con la pasión que caracteriza a los Kinesiólogos del Deporte.

Nos propondremos tener una línea de contacto directa con ustedes, a partir de las actuales vías de comunicación, nuestra web [www.akd.org.ar](http://www.akd.org.ar), nuestro email [info@akd.org.ar](mailto:info@akd.org.ar), nuestro Twitter @AKDeportes, nuestro Facebook AKD Kinesiología Deportiva, y nuestras líneas telefónicas.

Queremos conocer sus intereses y juntos desarrollar las estrategias para alcanzar los objetivos planteados. Queremos conocerlos.

Nuevamente me pongo a disposición de ustedes, con el deseo de continuar en el camino de la construcción de nuestra querida Asociación de Kinesiología del Deporte.

Los saludo cordialmente.

**Lic. Javier Crupnik**

Presidente AKD

### ASOCIACIÓN DE KINESIOLOGÍA DEL DEPORTE

E-mail: [info@akd.org.ar](mailto:info@akd.org.ar) | Web: [www.akd.org.ar](http://www.akd.org.ar) - Tel: 54 11 3221-0798

#### SEDE LEGAL DE LA AKD

Av. del Libertador 16.664 (1642) San Isidro, Buenos Aires

#### DOMICILIO POSTAL

Manuela Pedraza 2529 4to C - C.A.BA, Buenos Aires

#### SECRETARÍA DE LA AKD

Sra. María Hidalgo: Tel: (0054-11) 3221-0798 | Cel. 15 6484-9603

# Estudio comparativo entre miembro hábil y no hábil: acortamientos musculares en los jugadores del Club de fútbol Pachuca categoría sub- 17 durante la temporada 2010-2011

## Autor



**Lft. Ángel Eduardo Alvarado Luna**

Catedrático de la licenciatura en Fisioterapia de la BUAP

Fisioterapeuta del Club de Fútbol Lobos BUAP liga de Ascenso.

Academia: Licenciatura en Fisioterapia de la Benemérita Universidad Autónoma De Puebla

Colaboración: Área de Fisioterapia de los servicios Médicos del Club de Fútbol

Pachuca S.A de C.V

País: México.

Estado: Puebla,Puet

---

## E-mail de contacto:

angeleduardoalvarado@gmail.com

## Palabras claves

Acortamiento | Miembro hábil | Miembro no hábil | ADM\*

---

\* ADM: Amplitud de Movimiento

## Resumen

**Introducción.** Los acortamientos musculares van a causar alteraciones en la biomecánica del gesto deportivo, así como la disminución de la amplitud de movimiento; y dentro del ámbito deportivo la relación que existe entre la flexibilidad o ADM\* se refiere a la posibilidad de adquirir y perfeccionar los distintos gestos, tanto deportivos como los que componen el arsenal motor propio de la vida cotidiana.

**Objetivo.** El presente estudio permite obtener datos comparativos del miembro hábil vs miembro no hábil para conocer o identificar los acortamientos de grupos musculares de acuerdo a los criterios de longitud muscular según Kendall en los jugadores del Club de fútbol Pachuca categoría sub- 17 durante la temporada 2010-2011.

**Material y método.** El diseño del estudio fue descriptivo, transversal, y comparativo. Se utilizaron como método de evaluación las pruebas de longitud muscular según Kendall, consistiendo en 10 pruebas de medición cualitativa y cuantitativa de la amplitud de movimiento de diversos grupos musculares a 21 jugadores que cumplieron los criterios de selección del estudio.

**Resultados.** El grupo muscular de gastrocnemios (gemelos) no presentó algún tipo de acortamiento. El grupo muscular sóleo no presentó acortamiento moderado y severo. El Miembro No hábil presentó mayor acortamiento entre moderado y severo. El Miembro Hábil presentó mayor acortamiento leve, no presentó moderado y menor acortamiento severo. El grupo muscular Redondo mayor, Dorsal Ancho, Romboides, presentó acortamiento simétrico bilateral leve y moderado; y asimétrico en Miembro no hábil severo.

El grupo muscular isquiotibial presentó mayor acortamiento leve en Miembro Hábil, moderado y severo en Miembro No Hábil.

**Conclusión.** Se presentaron mayor número de acortamientos musculares en el miembro no hábil presentando datos significativos en los jugadores Cat-sub17 del Club de Fútbol Pachuca.

## Introducción

La lateralidad del miembro hábil en el jugador de fútbol está sustentando sobre una base: fisiológica, cultural y emocional.<sup>3</sup>

A nivel cerebral, desde el momento del nacimiento existe un hemisferio que es el dominante y que con la ayuda de los contactos con el medio que experimenta el niño se consolida la dominancia izquierda o derecha. Y como se sabe, los niños diestros presentan dominancia del hemisferio cerebral izquierdo, mientras que los niños zurdos presentan dominancia del hemisferio cerebral derecho.<sup>3,4,5</sup>

Es por esto que el niño, más allá de las cuestiones fisiológicas, va instaurando su lateralidad a través de las experiencias cotidianas, primero con sus padres, y luego con todas las personas que lo rodean y más adelante en la escuela donde termina la definición de la lateralidad.<sup>3,4,5</sup>

La lateralidad puede entenderse como un conjunto de conductas que se adquieren cada una de ellas de forma independiente por un proceso particular de entrenamiento y aprendizaje, en lugar de quedar determinadas por una supuesta facultad genética neurológica innata.<sup>3,4,5</sup>

Esta lateralidad dominante del miembro hábil va influenciar un engrama motor del jugador del fútbol representado como la organización neurológica de un patrón pre programado de actividad muscular. Este engrama es entrenado a través del aprendizaje y desarrollo del jugador por medio de repeticiones del esquema correcto de la actuación muscular o secuencia. Una vez desarrollado el engrama cada vez que se lo excita produce en forma automática el mismo patrón, por excitación de la correcta secuencia, intensidad exacta e inhibición de los

músculos innecesarios para que el patrón se produzca en forma fácil y con un gasto mínimo de energía.<sup>1,6</sup>

Es así también que el funcionamiento neuromuscular y la estructura de los músculos es muy importante para la realización de engramas motores y por consiguiente en la biomecánica del jugador al realizar los gestos deportivos de acuerdo a la lateralidad dominante.<sup>1,6</sup>

Los acortamientos musculares van a causar alteraciones en la biomecánica del gesto deportivo así como a la disminución de la amplitud de movimiento y dentro del ámbito deportivo la relación que existe entre la flexibilidad o ADM se refiere a la posibilidad de adquirir y perfeccionar los distintos gestos, tanto deportivos como los que componen el arsenal motor propio de la vida cotidiana.<sup>7,8,9</sup>

Es muy importante en el deporte la adquisición de los gestos deportivos, debido a que el desarrollo de la flexibilidad o ADM puede estar directamente imposibilitado a la adquisición elemental de los distintos movimientos propios del deporte o actividad que se realiza.<sup>7,8,9</sup>

En otras circunstancias, si bien no impide el aprendizaje, la insuficiente flexibilidad puede promover la aprehensión de gestos plagados de incorrecciones y vicios formándose así, desde un principio, defectuosos engramas de movimiento, que en un futuro ni la tardía compensación y el desarrollo de esta capacidad puedan llegar a contrarrestar.<sup>10,11,12,13</sup>

Existen diversos estudios que hablan acerca de las ventajas de la amplitud de movimiento y como influencia sobre el rendimiento físico-deportivo.<sup>12,13,14,15,16,17,18,19,20</sup>

- ECONOMÍA DE ESFUERZO
- ACELERACIÓN DE LOS PROCESOS DE RECUPERACIÓN
- INFLUENCIA SOBRE LA FUERZA MUSCULAR
- INFLUENCIA SOBRE LA VELOCIDAD
- PREVENCIÓN DE LESIONES

Se encontró un estudio realizado en Córdoba, Argentina que utilizando la prueba de Seat and Reach comparaban la falta de flexibilidad en diferentes deportes, en púberes de ambos sexos comprendidos entre los 13 y 15 años de edad. Y algunos artículos en Brasil que hablan de la medición por medio de Pruebas de Flexitest midiendo el déficit en la amplitud de movimiento. No se han encontrado estudios acerca de la medición de la amplitud de movimiento

comparando la relación que hay entre miembro hábil y no hábil en el jugador de fútbol.<sup>12,13,14,15,16,17,18,19,20</sup>

## Material y método

Los sujetos de estudio de esta investigación fueron los futbolistas de la categoría sub-17 de la Organización Deportiva club de fútbol Pachuca. Se selecciono la muestra de 24 jugadores de la categoría de dicha categoría entrando en el criterio de selección de forma no aleatorio teniendo como criterio de inclusión que fueran Jugadores registrados en la categoría sub 17 del club de futbol Pachuca y como criterio de exclusión jugadores del club de futbol Pachuca que no estén registrados en la categoría sub 17. Aquellos jugadores seleccionados de la categoría sub 17 del club de futbol Pachuca que no asistieron a la sesión de evaluación fueron eliminados del estudio. (ver Tabla 1)

El diseño del estudio fue descriptivo, transversal, y comparativo. Se utilizó como método de evaluación las pruebas de longitud muscular según kendall comprendiendo 10 pruebas midiendo cualitativamente y cuantitativamente la amplitud de movimiento de diversos grupos musculares a 21 jugadores que cumplieron los criterios de selección del estudio. (Ver figura 4-5-6)

## Resultados

Se realizó el estudio a 21 de 24 sujetos de acuerdo a los criterios de inclusión, exclusión y eliminación del estudio.

Los resultados en la medición de la ADM en la prueba de flexibilidad dorsal para la cadena posterior y la prueba de Ober del Tensor de la Fascia Lata son los únicos instrumentos cualitativos y se categorizó de acuerdo al grado de acortamiento en leve, moderado y severo, observándose datos importantes teniendo 20 de 21 acortamiento de la cadena muscular posterior.

Se sacaron los datos de disminución de la ADM de los sujetos de estudio de acuerdo a las pruebas y a la disminución en centímetros cuando se realizó la medición con cinta métrica enfocándose no en los ángulos articulares, sino en el déficit de la distancia de la amplitud de movimiento de acuerdo a las referencias anatómicas de ciertas pruebas como la de los músculos pectoral mayor, redondo mayor, dorsal ancho y romboides, psoas iliaco y aductores. (Ver Tabla 2)

Cabe indicar que se tomó indistintamente el miembro hábil como el de mayor dominancia fuera diestro o zurdo y como miembro no hábil como el de menos dominancia dependiendo de la lateralidad dominante del sujeto de estudio.

Los resultados se muestran en las siguientes gráficas comparando la ADM y el acortamiento de los grupos musculares específicos de acuerdo al miembro hábil y no hábil de los sujetos de estudio. (Ver figura 1-2-3)

**Tabla 1.** Material que se utilizó para las pruebas de longitud muscular.

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
PC	MARCA TOSHIBA
MICROSOFT OFFICE	EXCEL VERSION 2010
CINTA MÉTRICA CONVENCIONAL	PLÁSTICO DE 152 CM, MARCA SELANUSA
GONIÓMETRO ANALÓGICO	RANGO DE MEDICIÓN 360°, DIVISIÓN MÍNIMA 5', DE PLÁSTICO MARCA XONIT
CAMILLA ELECTRICA	METÁLICA MARCA ADAPTA GRUPO INTERFERENCIALES DE MÉXICO S.A DE C.V
BOLIGRAFOCONVENCIONAL	MARCA BIC
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	EVALUACION DE LONGITUD MUSCULAR

**Fig. 1.** Datos comparativos entre Miembro hábil y no Hábil de los diferentes grupos musculares: resultados de acortamiento leve

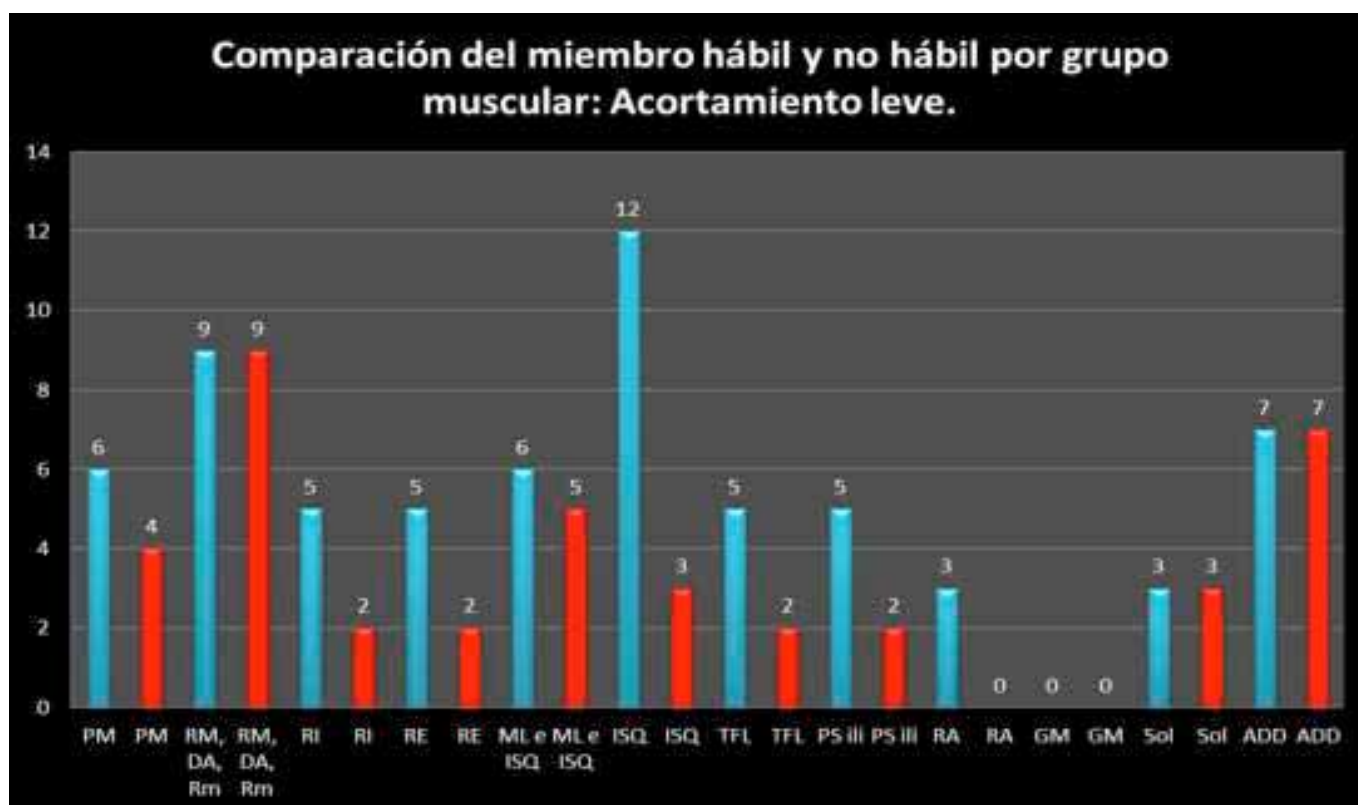


Fig. 2. Datos comparativos entre Miembro hábil y no Hábil de los diferentes grupos musculares: resultados de acortamiento moderado.

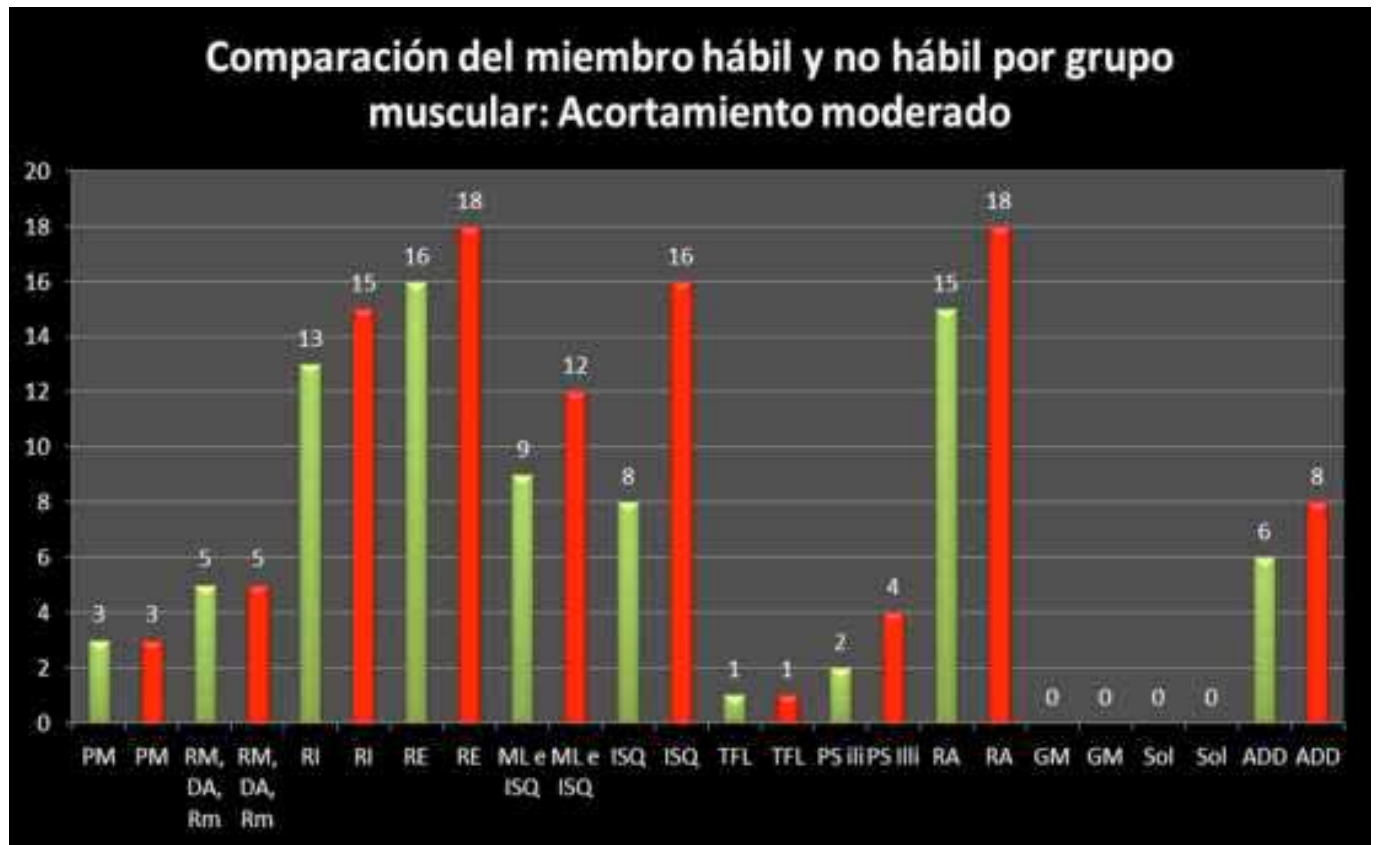
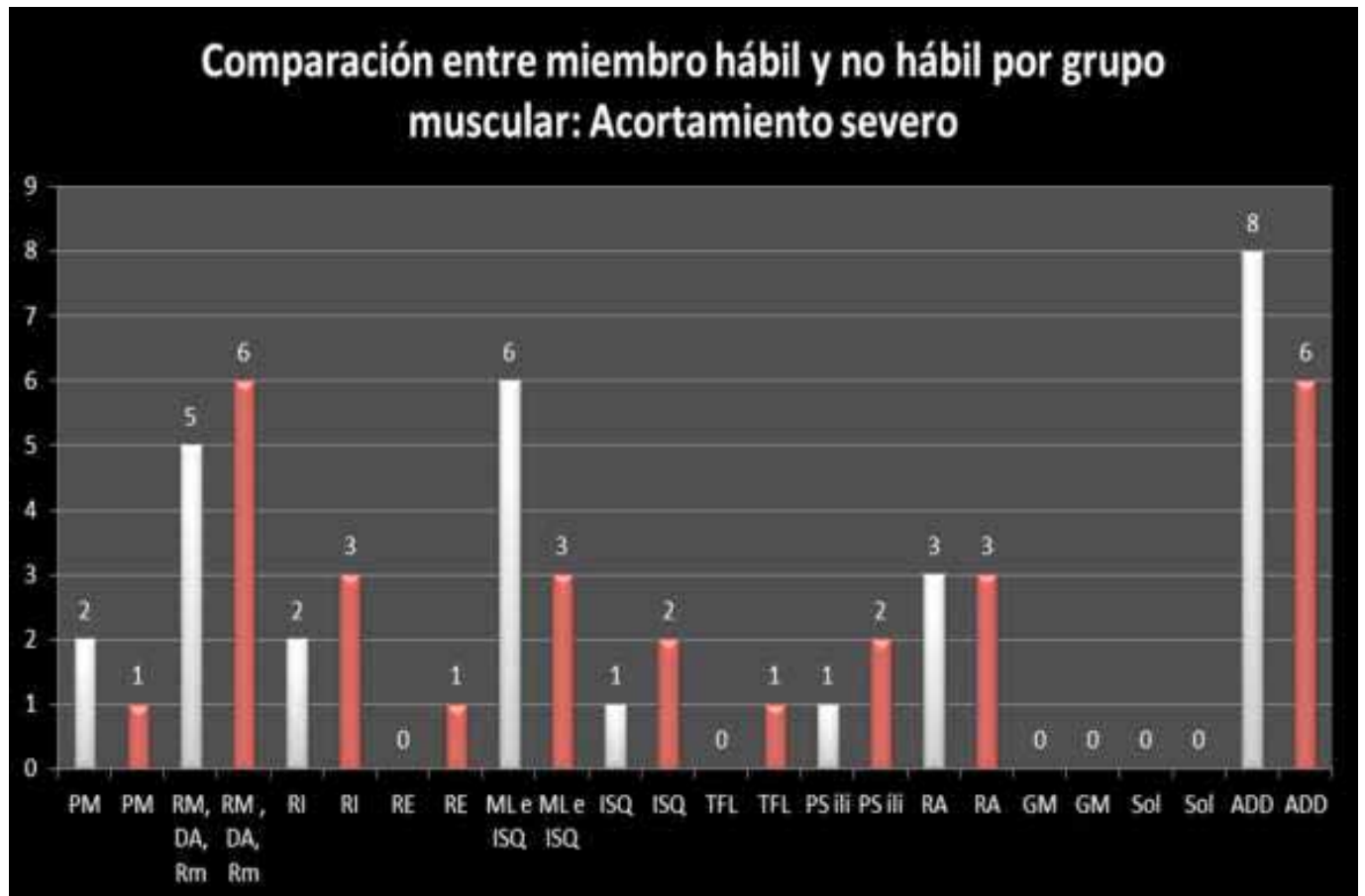


Fig.3. Datos comparativos entre Miembro hábil y no Hábil de los diferentes grupos musculares: resultados de acortamiento severo





**Tabla 2.** Abreviatura de los grupos musculares

PM- Pectoral Mayor  
RM - Redondo Mayor  
Da - Dorsa Ancho  
Rm - Romboides  
RI - Rotadores internos  
RE - Rotadores externos  
ML e ISQ - Paravertebrales lumbares con isquiotibiales  
ISQ - Isquiotibiales  
TFL - Tensor de la Fascia Lata  
Ps il - Psoas iliaco  
RA - Recto anterior  
Gm - Gemelos (gastrocnemios)  
Sol - Sóleo  
ADD - Aductores

Se concluyeron los siguientes resultados:

Un grupo muscular (GM) no presentó algún tipo de acortamiento. Un grupo muscular (SOL) no presentó acortamiento moderado y severo.

El MNH presentó mayor acortamiento entre moderado y severo.

El MH presentó mayor acortamiento leve, no presentó moderado y menor acortamiento severo.

El grupo muscular RM, DA, Rm, presentó acortamiento simétrico bilateral leve y moderado; y asimétrico en MNH severo.

El grupo muscular ISQ presentó mayor acortamiento leve en MH, moderado y severo en MNH.

## Discusión

En ambos miembros se observaron acortamientos, siendo importante recalcar que no hay predominio de algún grupo muscular específico, se debe de realizar otra investigación para observar la biomecánica corporal del jugador durante la práctica deportiva y ver el porqué de estos.

Es importante observar que el MNH\* no esta bien trabajado y recalcar que el fisioterapeuta debe de trabajar al jugador globalmente para evitar desequilibrios musculares.

En el estudio se observaron acortamientos compensatorios y contracturas (Acortamiento severo) en el total de 21 jugadores.

Se encontraron pocos estudios de amplitud de Movimiento en la literatura científica.

Por lo anterior, se observa puntualmente que existe un acortamiento muscular en todos los grupos musculares, con excepción de dos grupos(GM, SOL) observando cuantitativamente que existe diferencias en los grupos musculares, afectando ambos miembros, lo cual refuerza la idea del TRABAJO MUSCULAR INTEGRAL.

Lo cual nos permite recomendar al fisioterapeuta como obligatorio una evaluación y vigilancia integral de ambos grupos musculares sin excepción deportiva, que nos permita la aplicación de programas específicos al grupo muscular identificado para evitar desequilibrios compensatorios.

Las evidencias clínicas obtenidas nos permiten concluir, con un diseño de programas fisioterapéutico individualizados y congruentes al ejercicio deportivo con un enfoque integral a largo, mediano y corto plazo de acuerdo a la practica y al sujeto.

\*MNH: Miembro no hábil.

Fig.4. Colocación del sujeto durante la medición de acortamiento del Pectoral Mayor.



Fig.5. Medición de la prueba de Thomas. Recto anterior y psoas iliaco.



Fig.6. Medición con goniómetro de la amplitud de movimiento para la medición de acortamiento del músculo isquiotibial.



## Bibliografía

- 1. Cardinale M, Pope MH.** T1. López Chicharro, Fernández Vaquero . Fisiología del ejercicio. 3ª edición. Editorial Medica Panamericana. Buenos Aires, Madrid. 2006.
- 2. Fuchs and cols.** Text book of physiology, editado por Patton y cols, Saunders; 21ª edición. USA.1989.
- 3. Azcoaga y cols.** Las funciones cerebrales superiores y sus alteraciones en el niño y adulto. Argentina. Pág 188. 1992.
- 4. DA.Fonseca Victor.** Estudio y génesis de la psicomotricidad. INDE publicaciones-Barcelona. Pág. 167. 1996.
- 5. Pérez Oñate, Sánchez Vara, Templado Yelo , Verdejo Del Rey.** Lateralidad y práctica deportiva: Gimnasia Rítmica, Portellano. 1992.
- 6. Jack H. Wilmore, David L. Costill** Fisiología del esfuerzo y del deporte, Edit. Paidotribo, 5ª Edición. Págs. 26-37.2004
- 7. Kendall´s.** Músculos pruebas funcionales, postura y dolor, 5ª Edición, editorial MARBÁN. Madrid, España. 2007.
- 8. Mario Di Santo.** Amplitud de Movimiento. Editorial El grafico, Argentina. 2006.
- 9. Dr. J.R. Barbany** Fisiología del Ejercicio físico y del entrenamiento. 2ª Edición. Editorial Paidotribo. Madrid, España. 2006.
- 10. Anderson, B.** Stretching. Bolinas,California: shelter Publications. 1980.
- 11. Corbin, C.** Flexibility. Clinical Sports Medicine. 3:101-117. 1984.
- 12. Harris, M.L.** A factor analytic study of flexibility. . Research Quarterly 49:62- 70. 1969.
- 13. John McDaniel, Steven J. Elmer, James C. Martín.** The Effect of shortening history on isometric and a dynamic muscle function. Journal of Biomechanics 43(2010)606-611.2009.
- 14. Araújo, C. G. S.** Flexitest: An office method for evaluation of flexibility. Sports & Medicine Today, 1:34-7. 2001.
- 15. Araújo, C. G. S.** Flexiteste: Proposição de cinco índices de variabilidade da mobilidade articular. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 8(1):13-19. 2002.
- 16. Araújo, C. G. S..** Flexitest: an innovative flexibility assessment method. Champaign: Human Kinetics. 2003.
- 17. Araújo, C. G. S. de y Araújo, D. S. M. S.** Flexiteste: Utilização inapropriada de versiones condensadas. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 10, 5. 2004.
- 18. James D. George, A. Garth Fisher, Pat R. Vehrs.** Tests y Pruebas físicas. 4ª edición. Editorial Paidotribo. Barcelona . Págs. 65-74. 2005.
- 19. Wells, K. F. y Dillon, E. K.** The sit and reach: A test of back and leg flexibility. Research Quarterly for Exercise and Sport, 23:115-118. 1952.
- 20. Fantini, Andrés.** Evaluación de la flexibilidad en alumnos de la escuela Secundaria de Berrotarán. Comparación entre sujetos de ambos sexos. Estudio presentado en el curso de entrenamiento físico de la UNC. Córdoba, Argentina. 2005.

# Análisis biomecánico y tratamiento de la tendinopatía Aquileana

## Autores



### Tomás Andrés Bertora

Licenciado en Kinesiología y Fisiatría

Mat. Nacional N° 8777

Especialista en Kinesiología Deportiva – UBA

Cursando 2° año Medicina



### Martín Omar Bocchi

Licenciado en Kinesiología y Fisiatría

Mat. Nacional N° 8892

Especialista en Kinesiología Deportiva

### E-mail de contacto:

tomasbertora@hotmail.com; lic\_martinbocchi@yahoo.com.ar

## Palabras claves

Tendinopatía Aquileana | Evaluación biomecánica funcional | Cadena cinemática cerrada

## Resumen

La Tendinopatía Aquileana es frecuente en deportes que implican correr, ya que se somete a los músculos de la pantorrilla a una sobrecarga excéntrica constante. Toda lesión significativa implica una alteración en la transmisión de la información que la región afectada envía al Sistema Nervioso Central, cobrando importancia la reprogramación de la información para optimizar nuevamente el gesto motor.

Si bien en la rehabilitación del deportista tendremos en cuenta a la fisioterapia para disminuir los síntomas, a la hora de buscar las causas se realizará una evaluación inicial, donde no sólo debemos valorar la fuerza voluntaria de un grupo muscular aislado, sino ver los aspectos coordinativos del gesto motor en su totalidad.

Para ello consideramos fundamental el uso de la infor-

mación propioceptiva a través de la cadena cinemática cerrada y el salto, para buscar en forma conveniente y eficaz los ejercicios con mayor especificidad con el objetivo de optimizar la vuelta del deportista a su actividad.

## Introducción

Con este trabajo pretendemos mostrar un método de evaluación muy útil para determinar si existe una alteración biomecánica causante de la Tendinopatía Aquileana, y que éste nos permita desarrollar su tratamiento influyendo directamente sobre la causa.

Sabemos que además existen otros factores que llevan al deportista a padecer esta lesión, por lo que también se detallarán, pero antes haremos un análisis de la anatomía de las estructuras que intervienen para comprender cómo se lesionan.

## • **Tendón de Aquiles**

### **Anatomía y Factores de Riesgo**

El Tendón de Aquiles está compuesto por contribuciones independientes de los gemelos y del sóleo. En lugar de una vaina sinovial posee un paratendón consistente en un manguito elástico que le permite moverse con libertad.

La Tendinopatía Aquileana es frecuente en deportes que implican correr ya que se somete a una sobrecarga excéntrica constante de los músculos de la pantorrilla.

El Tendón de Aquiles es especialmente vulnerable debido a su escasa irrigación y al posible efecto de torsión del tendón durante la pronación. Con el envejecimiento, el riego sanguíneo del tendón se reduce aún más y la extensibilidad del colágeno disminuye, por lo que los deportistas mayores están más propensos a sufrir esta lesión.

El deportista lesionado suele presentar dolor provocado por la palpación directa del tendón, pero no sobre la masa de los gemelos y sóleo. Es posible que el tendón tenga consistencia más fibrosa. Habitualmente, la flexión dorsal pasiva y la flexión plantar contra resistencia de la articulación tibioastragalina también provocan dolor.

### • **Músculos Flexores Plantares del Tobillo**

Se considera flexores plantares a todos los músculos cuyos tendones pasan por detrás de los maléolos.

Los flexores plantares del tobillo están formados por los gemelos (interno y externo) y el sóleo. Además están el tibial posterior, el flexor común de los dedos, el flexor largo del dedo gordo y el peroneo lateral largo y corto que no van a ser estudiados en este caso.

El gemelo interno tiene su origen en el cóndilo femoral interno, mientras que el gemelo externo en el cóndilo femoral externo. Ambos terminan en el tercio medio de la pierna en el Tendón de Aquiles, que es plano, el cual se inserta en la cara posterior del calcáneo y participa en la flexión plantar del tobillo. Son biarticulares y participan tanto en el tobillo como en la rodilla.

El sóleo sigue un trayecto más profundo en relación a los gemelos, y su tendón de origen se inserta en el tercio superior de la tibia y peroné. Actúa sobre la articulación del tobillo pero no sobre la de la rodilla, y termina en el tercio medio de la pierna en el Tendón de Aquiles.

La acción del sóleo cuando el pie está en apoyo sobre el suelo es la de desplazar la tibia hacia atrás tomando

como punto fijo su inserción distal en el calcáneo (desaceleración), además de la función que ya todos conocemos que es la de elevar el talón.

### • **Control del movimiento**

El sistema nervioso controla la motricidad de una forma muy compleja.

Los órganos efectores de nuestros movimientos son los músculos estriados. Estos están inervados directamente por las motoneuronas alfa. Este conjunto de neuronas constituye el primer nivel de control de la actividad motora, el nivel segmentario.

Sobre este primer nivel actúan dos niveles más: el sistema piramidal, que se va a encargar de los movimientos voluntarios; y el sistema extrapiramidal, el cual tendrá a su cargo los movimientos automáticos.

Gracias a esta organización del sistema nervioso, cuando un movimiento es ordenado por el sistema piramidal, este proceso es comandado en estrecha relación con el cerebelo y con los demás centros que constituyen el sistema extrapiramidal, colaborando con los ajustes que el movimiento necesita y registrando este esquema hasta tal punto que, a través de la repetición del mismo, éste se queda "preprogramado" en el sistema extrapiramidal, transformándose en un movimiento automático.

En los movimientos que han sido llevados al nivel de automatismos (formas básicas del movimiento, gestos rutinarios, destrezas deportivas, etc.), la conducción del movimiento es llevada a cabo por el sistema extrapiramidal de forma automática, guiado por la información sensorial. La voluntad interviene sólo cuando es necesario introducir cambios en el esquema preprogramado.

La alteración de los automatismos y sus complejas regulaciones es lo que modifica los esquemas motores aumentando el riesgo de lesión o recidivas de otras lesiones previas.

### • **Lesión y modificación del gesto motor**

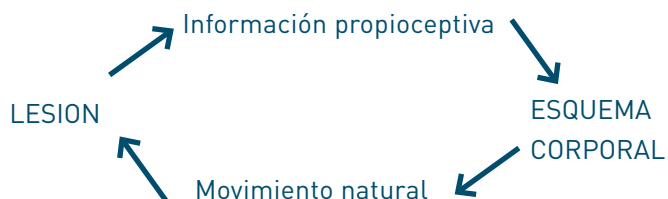
Toda lesión significativa implica una variación en la información que la región afectada envía al Sistema Nervioso Central a través de las vías nerviosas aferentes. Dado que el esquema corporal se nutre de la información que le llega constantemente de las distintas regiones, muy probablemente se verá alterado por la variación de la información proveniente de la región lesionada.

Si la alteración que la lesión provoca al Esquema Corporal es importante, entonces se modificarán también los

gestos motores que el individuo lleva a cabo, sobre todo los movimientos naturales.

Si esto ocurre, hay grandes posibilidades de que el nuevo gesto que surja no presente una biomecánica eficaz, por lo que es probable la recidiva o la aparición de una nueva lesión.

En este esquema se muestra lo que sucede:



### Principios de trabajo

No sólo debemos pensar en que hay un déficit de fuerza, sino tener en cuenta los aspectos coordinativos como factor importante de dicha alteración. El objetivo será potenciar los movimientos automáticos responsables del gesto motor dándole especificidad al trabajo en el gimnasio.

Cuando hablamos de fuerza, no nos referimos al número de Newton que desarrolla un grupo muscular a una determinada velocidad angular, sino que tenemos en cuenta la capacidad del deportista para realizar un gesto motor en un momento determinado. Este gesto motor depende de causas mucho más complejas para su correcta y eficaz realización.

La voluntad, factores psicológicos como el temor a una recidiva, estímulos dolorosos, el nivel de automatización del movimiento que se intenta, etc., son factores que causan estímulos e inhibiciones y son factores determinantes en la ejecución de un movimiento con el correcto ajuste coordinativo en forma y tiempo.

Es imprescindible la interacción coordinativa de estos factores. El gesto motor no puede guiarse sólo a partir de estímulos voluntarios, ya que éstos no pueden realizar un ajuste rápido y preciso. Por esta razón, no es suficiente con el aumento cuantitativo de la fuerza voluntaria, sino que necesitamos perfeccionar los sistemas automáticos de control de movimiento.

Una vez identificado el problema, el objetivo es reeducar la vía neuromuscular, no sólo buscando el fortale-

cimiento de un determinado grupo muscular en forma aislada, sino corregir todo el gesto alterado, logrando un adecuado control del movimiento por parte del Sistema Nervioso Central, una adecuada sucesión de sinergias, contracciones coordinadas, relajaciones, etc.

Para esto tomamos como elemento básico el uso de la información propioceptiva en la conducción del movimiento, exacerbándola o planteando situaciones que la coloquen en un papel fundamental en la regulación de un gesto motor (cotidiano o deportivo). Usamos principalmente gestos globales específicamente elegidos en función de la alteración que queremos corregir, y planteados con un criterio de entrenamiento selectivo manejando las cargas de forma conveniente y eficaz.

Estos gestos globales permiten un control del movimiento fisiológico, estimulando en mayor medida los propioceptores y utilizando la información proveniente de ellos. Por esta razón tienen una importante influencia sobre el esquema corporal, y nos permiten corregir las alteraciones funcionales.

### Metodología de trabajo

Se deben seleccionar ejercicios que recreen de la manera más fiel posible el gesto motor alterado (el trote en este caso), pero llevando una progresión de dificultad técnica y física que permita al deportista realizarlo sin alterar la precisión del movimiento.

Estos ejercicios incluyen la Cadena Cinemática Cerrada (CCC) y el Salto, a los cuales tendremos que regular el número de repeticiones, la velocidad de ejecución y la carga con la que se realizan o no a través del uso de elementos con sobrecarga (chalecos lastrados, bolsas de arena o pesos libres)

Se deben evitar ejercicios que, por su nivel de dificultad, generen un riesgo inadecuado al momento de la evolución o que obliguen a realizar movimientos compensatorios que, una vez instalados como automatismos, impidan la ejecución de una buena técnica.

La evolución del deportista se controla mediante sucesivas evaluaciones para poder ajustar las cargas y los cambios en los ejercicios, hasta lograr el movimiento natural en ese individuo.

Cuando el gesto alterado puede llevarse a cabo de forma plena y sin variaciones de la mecánica, comenzará el trabajo de repetición del mismo hasta lograr un nivel de actividad similar al que el deportista tenía antes de la lesión.

## Abordaje kinésico

Cuando hablamos de cómo abordar un deportista con una Tendinopatía Aquileana, lo primero que pensamos es en disminuir los síntomas con los diferentes agentes de fisioterapia, disminuir las cargas de entrenamiento, y la estimulación analítica y progresiva de los músculos flexores plantares ya que deducimos que el tendón sufrió una inflamación como consecuencia de un déficit de fuerza de dichos músculos.

Deteniéndonos a analizar la función que cumplen estas estructuras (músculo y tendón) en la carrera, en el entrenamiento y/o práctica de deportes que implican el trote, vemos que los músculos flexores plantares intervienen en:

- Fase de propulsión o aceleración (gemelos y sóleo)
- Fase de amortiguación o desaceleración (sóleo)
- Control de la inestabilidad interna (gemelo interno)
- Control de la inestabilidad externa (gemelo externo)

A la hora de determinar la causa de la lesión hay que tener en cuenta varios factores que nos ayudan a ser más precisos con el enfoque que daremos al tratamiento.

No hay que protocolizar al deportista, sino ver que es lo que está pasando particularmente con él, y en base a eso, actuar.

Estos factores son:

- Errores de entrenamiento: sobrecarga repetitiva ya sea por incrementos en las distancias semanales del trote, incrementos de distancias rápidas, aumento de la frecuencia de entrenamiento, superficies de entrenamiento duras y/o resbaladizas, o trabajos excesivos sobre cuestas.
- Disminución de la fuerza y la flexibilidad de los músculos flexores plantares.
- Pie cavo ya que provoca una menor absorción del impacto.
- Pie plano y flexión dorsal del tobillo cuya consecuencia es el efecto de torsión del tendón por el exceso de pronación resultante.
- Alteración biomecánica que produce un sobreuso de estas estructuras y como consecuencia una sobrecarga del tendón.

- Calzado inadecuado.
- Envejecimiento, que se asocia a una disminución de la fuerza y de la flexibilidad de los músculos, así como de la irrigación del tendón.

Además haremos una evaluación del deportista donde observaremos:

- Trofismo de cuádriceps, isquiotibiales y flexores plantares.
- Base de sustentación (pie plano?, pie cavo? hallux valgus? y otras alteraciones)
- Cadena Cinemática Cerrada monopodal (plano frontal y sagital) donde observaremos si presenta alguna inestabilidad y veremos como funcionan los diferentes vectores.
- Evaluación Biomecánica del Trote (si es posible realizar este estudio complementario)

Si entendemos que, el deportista cuando entrena o cuando compite, lo que está realizando son diferentes gestos donde el factor que se repite es el trote, debemos saber que el trote es una sucesión de saltos monopodales que se realizan miles de veces, y que si hay una alteración en la biomecánica, será cuestión de tiempo para que aparezca la lesión. Desafortunadamente siempre actuamos cuando la lesión ya está instalada, por lo que deberíamos implementar sistemas de evaluación para prevenir dichas lesiones.

### Trote

El trote es una sucesión de saltos monopodales con una frecuencia determinada.

### Fases del Trote

Podemos decir que la "propulsión" y la "amortiguación" son las grandes fases de este gesto. Los grupos musculares que participan en estas fases son diferentes y aún, en la misma fase, hay músculos que tienen mayor participación que otros.



Fases del trote

- Propulsión

Comienza a partir de que el pie se encuentra apoyado por detrás de la línea que corresponde al centro de gravedad (en una vista sagital), hasta el despegue total del mismo. Los músculos flexores plantares se llevan el papel protagonista, mientras que en segundo lugar están los isquiotibiales.

- Amortiguación

Comienza a partir del contacto del pie con el suelo (generalmente es con el talón) y termina cuando el pie se encuentra en la línea media correspondiente al centro de gravedad (en una vista sagital). En este caso el músculo cuádriceps es quien tiene mayor participación, mientras que el sóleo lo hace en un segundo lugar.

Analizando individualmente éstas fases se pueden ver alteraciones biomecánicas que llevan al deportista a lesiones de todo tipo (musculares, tendinosas, articulares y óseas). Para eso es necesario hacer una evaluación biomecánica a través de un método llamado Exploración Funcional del Aparato Locomotor (EFAL), que consiste en un protocolo de filmación del deportista y análisis de esas imágenes con cámaras lentas incluso detenidas, o también mediante un software que nos permita tomar imágenes estáticas de situaciones dinámicas, trazar mediciones sobre ellas, y realizar gráficos de las distintas fases que componen un movimiento, para luego observar cómo se comporta cada segmento corporal y medir ángulos en forma comparativa entre un miembro inferior y el otro en los diferentes planos (frontal y sagital).



Propulsión





A partir de los datos obtenidos por este método, determinamos el tratamiento a seguir y los ejercicios más adecuados en cada caso. En la medida que transcurre el tratamiento, serán comparadas con las sucesivas reevaluaciones, lo que permitirá objetivar la evolución del deportista.

Con este método se busca reconocer y comprender el problema para luego intentar encontrar su solución. Puede parecer complicado y de algún modo lo es, pero más difícil es intentar resolver el problema sin influir directamente sobre la causa.

Tratar de forma aislada los síntomas, así como intentar la rehabilitación a ciegas, o basada en principios generales que no se ajustan a los casos particulares, nos llevan a perder el tiempo y cronifican las patologías. Sólo la corrección de los desajustes motores hace posible la curación definitiva y evita llegar, por acción de las cadenas musculares, a compensaciones que nos den más trabajo resolverlas.

Algo más sencillo de hacer es evaluar la cadena cinemática cerrada monopodal, la cual nos dará información en forma indirecta de cómo es el trote. Acá analizaremos tanto la fase de amortiguación como la de propulsión en una vista frontal y luego sagital.

Pondremos al deportista enfrente de nosotros y le pediremos que realice unas 10 repeticiones isotónicas con cada pierna observándolo de espaldas y de cada perfil correspondiente a cada pierna en apoyo.

Podemos decir que cada segmento corporal se comporta como un vector, y de esta forma nos será más fácil ver qué comportamiento tiene cada uno de ellos.

### Vectores a analizar

Plano Sagital:

- MUSLO: durante la amortiguación desciende, y en la propulsión asciende.
- PIERNA: durante la amortiguación va hacia delante mientras que en la propulsión va hacia atrás.



Plano Frontal:

- MUSLO: tendría que mantenerse dentro del eje de carga. Puede desplazarse hacia interno o externo lo cual marcaría la presencia de una inestabilidad.
- PIERNA: se comporta de la misma manera que el muslo.



Si observamos que durante la fase de amortiguación en el plano sagital hay una acentuada caída del vector pierna, o sea que se desplaza mucho hacia delante, tenemos que pensar que esta mecánica va a generar una sobrecarga del músculo sóleo y su tendón, ya que éste estará solicitado a realizar un mayor esfuerzo desacelerador. Las causas por las que puede haber un aumento de la función del vector pierna pueden ser:

- Dolor anterior de rodilla causado por un síndrome patelofemoral.
- Lesión meniscal.

- Lesión de alguno de los ligamentos de la rodilla.
- Tendinitis / Tendinosis rotuleana.
- Lesiones osteocondrales en rótula, tróclea femoral, cóndilo femoral externo o interno.
- Debilidad del Aparato Extensor, por desuso luego de una inmovilización prolongada por ejemplo, o como consecuencia de la cronicidad de alguna de las causas nombradas anteriormente.

Durante la amortiguación el centro de gravedad debe descender, y si alguno de los segmentos (Muslo y Pierna) disminuye su función, el otro compensará aumentándola.

### Efecto de los planos inclinados sobre la biomecánica

Hay 2 tipos de planos inclinados:



Anterior o Descendente

Posterior o Ascendente

Según la orientación que le demos al trabajo sobre el plano inclinado, vamos a generar un mayor trabajo en el segmento pierna o muslo.

El grado de inclinación es arbitrario mientras no se desnaturalice el gesto a realizar.

Estas fotos comparan la Cadena Cinemática Cerrada en su fase de amortiguación realizadas en un plano descendente y ascendente.



Claramente vemos que en el plano inclinado descendente es mayor la estimulación del vector muslo, mientras que en el plano inclinado ascendente es mayor la estimulación del vector pierna.

### Tratamiento

Si detectamos que las cargas de entrenamiento no se manejaron de una forma correcta y éstas llevaron al deportista a lesionarse, nos enfocaremos en disminuir los síntomas con los diferentes agentes de fisioterapia (magnetoterapia, ultrasonido, ECCEL, electroanalgesia, ondas de choque) y técnicas manuales (masaje, Cyriax). También tendremos que reorganizar las cargas en el trabajo de campo y aumentarlas en forma progresiva, llevando al deportista de nuevo a la competencia.

En caso de que creamos que la causa haya sido el cambio de calzado, o el uso de calzado inadecuado, haremos que el deportista se adapte en forma progresiva al mismo, usándolo en algunas ocasiones si, y en otras no.

Puede suceder que ninguna de las causas anteriores sea la responsable de dicha lesión, entonces acá es donde se abren dos caminos, uno será la estimulación de los flexores plantares adaptando estas estructuras a la carga en forma progresiva, porque suponemos que son músculos débiles. El otro camino será descargarlos para disminuir su función, porque suponemos que están sobrecargados. Será fundamental la evaluación que hagamos al deportista, así como también tener en cuenta los antecedentes de lesiones y su historia deportiva previa a la lesión.

Trabajaremos con ejercicios en cadena cinemática abierta (CCA) para estimular específicamente un grupo muscular como así también en cadena cinemática cerrada (CCC) para influir desde lo global sobre la alteración biomecánica. Por último usaremos el salto para enfatizar la propulsión o la amortiguación.

### Músculos débiles

CCA: ejercicios a punta de pie, isotónicos, usando el peso del cuerpo con o sin chalecos lastrados. La progresión puede ser: primero a dos piernas y luego a una pierna. Se pueden realizar en piso o sobre un plano inclinado ascendente.

CCC: la especificidad en estos ejercicios será con un plano inclinado ascendente para generar un aumento en el desplazamiento anterior del vector pierna. Los ejercicios se realizarán a una pierna y de forma isotónica.

SALTO: usaremos la propulsión como estímulo específico, saltando hacia un cajón de 10cm o de 20cm. Se puede empezar a dos piernas y luego a una y el despegue puede ser desde el piso o desde un plano ascendente.

### Músculos sobrecargados

Debemos disminuir la función del vector pierna. La idea es descargar a los músculos flexores plantares (principalmente al sóleo) y generar un cambio en la biomecánica del trote.

CCA: estimularemos el Aparato Extensor en la camilla de cuádriceps en sus diferentes variantes (isométrico, isotónico y la combinación de ambos).

BANDA: usaremos también el trabajo en la Faja o Banda realizado con un apoyo monopodal. Lo haremos de forma isotónica, con o sin carga (chaleco lastrado). Este ejercicio es muy efectivo para estimular la función del vector muslo pero requiere de cierta capacidad de fuerza para poder realizarlo en forma correcta. No recomendamos realizarlo en deportistas con dolor anterior de rodilla, con antecedentes de síntomas patelofemoral, o con sobrepeso.



CCC: los ejercicios se realizarán sobre un plano inclinado descendente, en forma isotónica, con la posibilidad de aumentar la carga con chalecos lastrados.

SALTO: la amortiguación será el estímulo específico para el deportista. Utilizaremos cajones de 10 cm a 20 cm y la caída del salto será en piso o sobre un plano inclinado descendente realizado a una pierna.

### Conclusiones

- Antes de plantear un tratamiento hay que evaluar cada deportista en particular y no cometer el error de protocolizar a todos por igual.
- La Tendinopatía Aquileana puede originarse como consecuencia de una debilidad o una sobrecarga de los músculos flexores plantares.
- La Evaluación Funcional del Aparato Locomotor es fundamental para determinar el origen de esta lesión.
- La Cadena Cinemática Cerrada nos aporta muchos datos que nos muestran, en forma indirecta, cómo es el trote en ese deportista.
- Un aumento en la función del vector pierna trae como consecuencia una sobrecarga de los músculos flexores plantares, principalmente el sóleo, que se transmite al tendón de Aquiles.
- Los ejercicios durante el tratamiento siempre deben ser específicos, de lo contrario, la evolución del deportista será tórpida o fracasaremos.

---

### Bibliografía

1. **Kolt G. S. & Snyder-Mackel L.** (2004) Fisioterapia del Deporte y el Ejercicio. Madrid, España. Elsevier España, S.A.
2. **Caillet R.** (1985) Síndromes Dolorosos Tobillo y Pie. México, D. F. Editorial El Manual Moderno, S. A. de C. V.
3. **Basas García A., Fernández de las Peñas C. & Martín Urrialde J. A.** (2003) Tratamiento Fisioterápico de la Rodilla. Madrid, España. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.

# La fase de readaptación a la actividad física en los procesos de rehabilitación deportiva

## Autor



### Fernando Javier Krasnov

Lic. en Kinesiología y Fisiatría (UBA)

Prof. Nac. de Educación Física (ISEF N°1 R. BREST.)

Especialista en Kinesiología del Deporte (UBA)

Director del Centro BIODINESIS (Kinesiología y Pilates para la Salud Corporal)

Miembro de la Comisión Directiva de Asociación de Kinesiología del Deporte

Docente Adjunto de Kinefilaxia. UAI

JTP de Anatomía y Fisiología del Profesorado de Educación Física. UNLM

Docente de Anatomía, Educación Sanitaria y Fisiología del Ejercicio del Profesorado Nacional de Educación

Física. I.S.C.S

Docente de la Especialidad en Kinesiología Deportiva de la Facultad de Medicina (UBA)

---

### E-mail de contacto:

fernandokrasnov@hotmail.com

## Palabras claves

Rehabilitación deportiva | Entrenamiento | Readaptación a la actividad física | Cualidades físicas | Prescripción

---

## Resumen

La rehabilitación de una lesión atlética es el proceso de retorno del deportista a un nivel elevado de acondicionamiento con el objetivo de reintegrarse a la competición al mismo nivel de rendimiento que tenía previo a la lesión. El proceso de rehabilitación de una lesión incluye varias fases o estadios que deben ser planificados y cumplidos adecuadamente para el retorno a la competencia. Según diferentes autores, se puede dividir a la rehabilitación en 4 a 5 estadios, siendo denominada la fase final como fase de retorno a la competición, de reentrenamiento al esfuerzo o de readaptación a la actividad física. Es un proceso de reacondicionamiento físico con el objetivo de restablecer las cualidades físicas específicas del deporte (Fuerza máxima, fuerza potencia, fuerza resistencia, resistencia anaeróbica, velocidad de reacción y/o aceleración, etc.).

Durante ésta etapa, se prescribirán cargas para lograr que el deportista adquiera la condición física ideal que le permita retornar de la mejor forma a la competición y que no ocurran recidivas (Fig. 1)

## Marco teórico

Las lesiones deportivas pueden ser de tipo agudas, crónicas o recidivantes, de resolución quirúrgica o no quirúrgica. Presentan como denominador común, en el momento de comenzar la rehabilitación, secuelas por la falta de uso y/o la inmovilización. Una de las consecuencias más importantes de la inactividad prolongada es la atrofia muscular y la falta de coordinación. La pérdida de la función a nivel muscular, así como también a nivel articular, tendinoso o cardiorespiratorio, supondrá la aplicación de una serie de estrategias de tratamiento para lograr la recu-

peración total de éstas funciones que implicará una reeducación funcional relacionada con los gestos propios del deporte practicado por el atleta lesionado.

La rehabilitación y el acondicionamiento físico se basan en un principio denominado S.A.I.D. " Specific Adaptation To Imposed Demands" que hace referencia a la necesidad de planificar la rehabilitación acorde a las leyes o principios que rigen los procesos adaptativos del entrenamiento deportivo, y a la necesidad de adaptar el ejercicio de forma específica a las exigencias impuestas por el deporte (Fig. 2)

### READAPTACIÓN FÍSICO- DEPORTIVA



- Flexibilidad corporal
- Fuerza equilibrada y adecuada
- Propiocepción
- Movimientos biomecánicos coordinados
- Resistencia aeróbica y anaeróbica
- Coordinación y velocidad en los gestos técnicos del deporte

### TEST DE CONTROL - ALTA KINÉSICA

Figura 1: Readaptación Físico Deportiva

### PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO



Figura 2: Planificación del Entrenamiento

Los protocolos de rehabilitación incluyen varias fases o estadios que deben ser planificados y cumplidos adecuadamente para el retorno a la competencia. El entrenamiento durante el proceso de rehabilitación debe organizarse de tal manera que el deportista, realice un reacondicionamiento general y específico de los sistemas implicados en cada deporte, lo que le permitirá retornar de forma óptima las competencias.

Autores como Mula Pérez llaman a éste tipo de entrenamiento como "Coadyudante" definiéndolo como formas de entrenamiento que se utilizan en la rehabilitación de lesiones deportivas y que también contribuyen a la prevención de las mismas (Fig.3)

### ENTRENAMIENTO DE REHABILITACIÓN

Implica el principio metodológico de la repetición sistemática de estímulos orientados a producir una adaptación morfológica y funcional con el fin de aumentar el rendimiento y lograr la forma física previa a la lesión



Figura 3: Entrenamiento de Rehabilitación

Los objetivos de la rehabilitación incluyen la recuperación de la movilidad articular y la elongación miotendinosa, el entrenamiento de la fuerza muscular, de la sensibilidad propioceptiva y la coordinación, la optimización de los sistemas aeróbicos y anaeróbicos, el entrenamiento de la velocidad y la adaptación específica al deporte. Todos éstos objetivos van siendo evaluados a lo largo del proceso de rehabilitación para objetivar la evolución de la misma y poder decidir el paso de una fase a la otra. La fase final de readaptación a la Actividad Física y Deportiva debería ser gradual y progresiva, recuperando de forma específica todas las habilidades de la especialidad deportiva (Fig. 4)

## ESQUEMA DE PROGRESIÓN EN LA REHABILITACIÓN DEPORTIVA



Figura 4: Esquema de progresión en la Rehabilitación Deportiva

A modo de ejemplo, la rehabilitación de la fuerza muscular, luego de producida una atrofia por inmovilización prolongada, se la puede dividir en 4 fases:

- Fase de Adaptación Anatómica y de Activación neural de la musculatura (Reclutamiento de unidades motoras – Sincronización – Coordinación Intermuscular)
- Fase de Recuperación de la masa muscular y/o Hipertrofia
- Fase de Recuperación de la Fuerza Máxima
- Fase de Recuperación de factores neurogénicos basada en el entrenamiento de acciones motoras específicas de cada actividad deportiva en particular (Patrones de movimiento, Transferencia, Factores Cognitivos)

Se debe aclarar que el reacondicionamiento de las regiones no lesionadas debe comenzar en fases más tempranas dependiendo esto de la magnitud y localización de cada lesión en particular. Durante las primeras fases de la rehabilitación se procurará mantener el engrama motor con la práctica de entrenamiento ideo-motor, proporcionar estímulos a los músculos no implicados en la lesión, mantener la condición física general dentro de lo que la lesión lo permita y proporcionar una planificación de las cargas con el objetivo de insertarse de forma gradual a la dinámica de esfuerzos del entrenamiento. El deportista deberá arribar a la fase de retorno a la actividad física con movilidad articular completa, estabilidad

articular, fuerza muscular similar a la previa a la lesión (se tolera hasta 80% con respecto al lado sano), así como también con un adecuado desarrollo general de las demás cualidades físico-técnicas.

## Modelos de prescripción del ejercicio en la fase de readaptación a la actividad física

### Fuerza muscular

Se buscará transferir los niveles de fuerza logrados en las fases previas, en una combinación específica del tipo de fuerza que se manifiesta en el deporte a entrenar, Hipertrofia, Fuerza Máxima, Explosiva, Resistencia a la fuerza explosiva o Fuerza Resistencia. Se podrán agregar ejercicios de tipo Pliométrico y del CEA para lograr aumentar la potencia.

Se implementarán Test de fuerza máxima para dosificar correcta y precisamente las cargas mediante Test Dinámicos Directos (Test de 1 RM) o Indirectos (Test de 10 RM, 6 RM o de Epley). Las orientaciones para la dosificación de las cargas con una frecuencia de entrenamiento de entre 3 y 4 veces por semana sería la siguiente (Fig. 5):

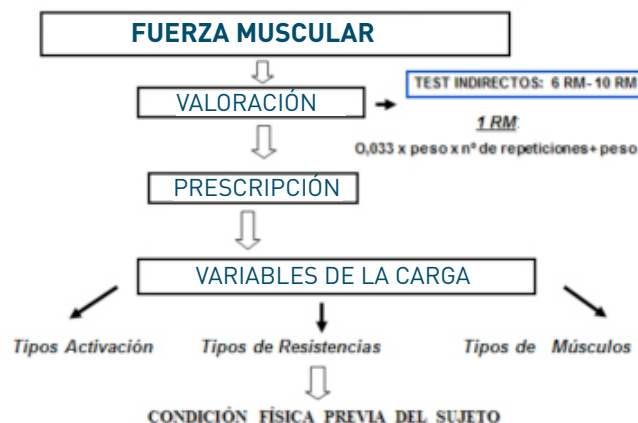


Figura 5: Variables a tener en cuenta en el Entrenamiento de Fuerza muscular

### Método Estructural (Hipertrofia)

Intensidad: 65 % al 85%

Carácter de esfuerzo: Máximo N° de repeticiones posibles en cada serie

Volumen: 3 a 5 series de 6 a 12 repeticiones

Pausa de serie: 2' a 3' minutos

Ritmo de ejecución: Velocidad Media

### Fuerza máxima

Intensidad: 85 % al 100%

Carácter de esfuerzo: Máximo N° de repeticiones posibles

Volumen; 3 a 5 series de 1 a 4 repeticiones

Pausa de serie: 3' a 5' minutos

Ritmo de ejecución: Velocidad Máxima de ejecución (aunque se ve lento)

### Conversión a la Fuerza explosiva

Intensidad: 30 a 45 %

Carácter del esfuerzo: Sin llegar al máximo número de repeticiones posibles

N° de repeticiones: 3 a 5 series de 6 a 10 repeticiones

Pausa de serie: 2' a 3' minutos

Ritmo de ejecución: Máximo

### Conversión a la Resistencia a la Fuerza explosiva

Intensidad: Baja (en relación a la intensidad de cada especialidad deportiva)

Carácter del esfuerzo: Máximo número de repeticiones posibles

Volumen: 2 a 4 series de 12 a 15 repeticiones

Pausa de serie: 2' a 3' minutos'

Ritmo de ejecución: Máximo

### Conversión a la Fuerza Resistencia

Carga: 30 - 50%

Carácter del esfuerzo: Máximo número de repeticiones posibles

Volumen: 3 a 5 series de 15 a 30 repeticiones

Pausa: 1' a 2' minutos

Ritmo de ejecución: Moderado a Lento

El N° de repeticiones varía según sea un deporte de corta, media o larga distancia

### Método de contraste (Método Búlgaro)

Alternar en una misma sesión series pesadas (80 al 100% de 1 RM) y series ligeras (30-45% de 1 RM) efectuadas a máxima velocidad hasta completar 6 a 8 series totales. Tenemos entonces un contraste entre cargas elevadas y velocidad de ejecución rápida. Ejemplo:

A) 2 Series de 3 Repeticiones al 90%

B) 2 Series de 6 Repeticiones al 45%

C) 2 Series de 2 Repeticiones al 95%

D) 2 Series de 6 Repeticiones al 30%

### Entrenamiento Pliométrico

Las actividades pliométricas pueden ser utilizadas como trabajos de transferencia a fuerza potencia y/o fuerza ex-

plosiva. El trabajo se dosifica de la siguiente forma:

- Intensidad: La carga es el propio peso pero se dan variantes en relación a la altura desde donde se salta:
- Baja: saltos en el lugar o superando obstáculos pequeños
- Media: Saltos desde 20- 40 cm y multisaltos cortos
- Alta: Saltos desde 40 a 60 cm y multisaltos largos
- Volumen: 3 a 5 series de 4 a 8 repeticiones
- Pausa: Completa: 3` a 5` minutos
- Velocidad de ejecución: Máxima

### ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

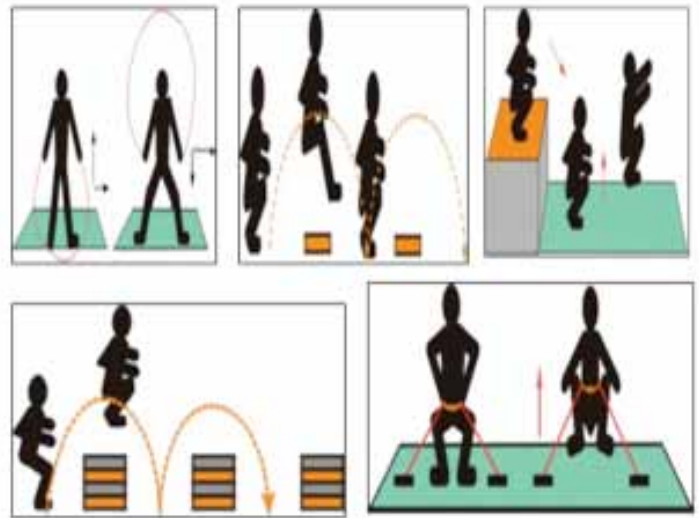


Figura 6: Entrenamiento Pliométrico: Progresión

La progresión de los saltos en profundidad sería el siguiente:

- Saltos en el lugar o superando obstáculos pequeños
- Agregar obstáculos y saltos en profundidad
- Caída desde peldaño bajo y rebote buscando la máxima altura
- Caída desde peldaño bajo y salto buscando la máxima distancia
- Caída desde un peldaño y rebote hacia otro peldaño
- Caída desde un peldaño y rebote vertical
- Caída desde un peldaño y rebote lineal
- Repetir secuencia aumentando la altura del peldaño
- Combinar los trabajos pliométricos con gestos de transferencia como ser skipping o Sprint

En el caso de trabajos pliométricos con miembros superiores la progresión sería la siguiente:

- Pases de pecho con balón medicinal desde diferentes posiciones

- Lanzamientos con balón medicinal hacia delante por encima de la cabeza
- Lanzamientos con balón medicinal hacia atrás
- Flexo extensiones de brazos con balón medicinal o pelota de esferodinamia
- Flexo extensiones de brazos con desnivel
- Flexo extensiones de brazos con despegue y palmadas entre las dos manos
- Flexiones con caídas y rebotes y luego con alternancia de manos

### Actividades propioceptivas y coordinativas

Los trabajos propioceptivos son fundamentales en rehabilitación para recuperar la estabilidad funcional de las estructuras dañadas. El objetivo es el reentrenamiento de las vías aferentes alteradas devolviendo la estabilidad articular y mejorando la eficacia y rapidez de la respuesta neuromuscular ante diferentes solicitudes. Las actividades propioceptivas pueden ser incorporadas en el entrenamiento de la velocidad de reacción o de aceleración, así como también como parte del entrenamiento de la resistencia anaeróbica aláctica

En fases previas se realizan trabajos de equilibrio y coordinación bipodal, unipodal, uni-bi y multidireccional, utilizando plataformas inestables, medias esferas, aerostep, camas elásticas, etc., o bien descarga de peso sobre miembros superiores con apoyo uni y bimanual, con diferentes elementos (pelotas de esferodinamia, mini bosu, etc.). Luego se progresa a ejercicios de diferente dinámica en relación a las características del deporte implicado (Fig. 7).

### METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE PROPIOCEPCIÓN - COORDINACIÓN

#### Progresión creciente en cuanto a su dificultad y dosificación

- Del apoyo bipodal al apoyo monopodal
- De lo estático a lo dinámico (fijo a móvil)
- De los planos estables a inestables
- Pérdida de los puntos de referencia (vista).
- Subir y bajar step
- Minitramp con elementos



### Actividades

- Trote unidireccional, en subida y en bajada, ascenso y descenso de peldaños, subir y bajar escaleras a diferentes ritmos
- Carrera con variaciones de desplazamientos: hacia adelante y atrás, a los costados, diagonales, ochos y diferentes figuras.
- Cambios progresivos de velocidad, aceleración-desaceleración, primero en línea recta y luego incorporando giros, frenos y diferentes elementos
- Incorporar movimientos y desequilibrios previo a los gestos motrices.
- Aumentar la dificultad por la variación y relacionar con otras capacidades biomotoras.
- Progresión hacia habilidades específicas de cada deporte con gestos técnicos de los mismos
- Circuitos de velocidad, reacción, coordinación y pliometría combinadas con diferentes gestos o técnicas del deporte. (Fig. 8)

### METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE PROPIOCEPCIÓN - COORDINACIÓN

- De la velocidad lenta a la rápida.
- Incorporar movimientos previos al equilibrio.
- Carreras en ocho y en zig-zag.
- Relacionar con otras capacidades biomotoras.
- Reeduación de los gestos técnicos- deportivos.



Figuras 8: Metodología del trabajo de Propriocepción - Coordinación

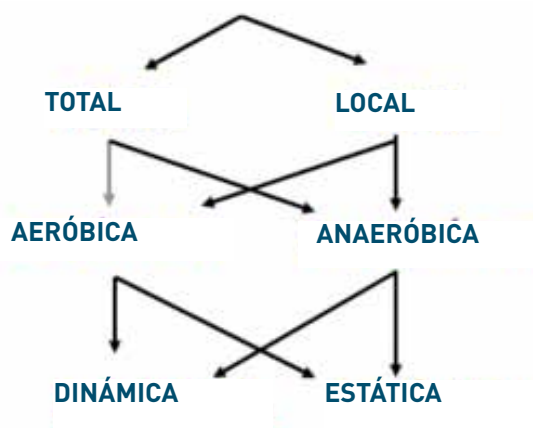
### Resistencia especial o específica

Capacidad de sostener un esfuerzo con distintos niveles de carga y en distintas unidades de tiempo retrasando la aparición de la fatiga, con las características específicas de una determinada especialidad deportiva. (Fig. 9)

Figuras 7: Metodología del trabajo de Propriocepción - Coordinación



## CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

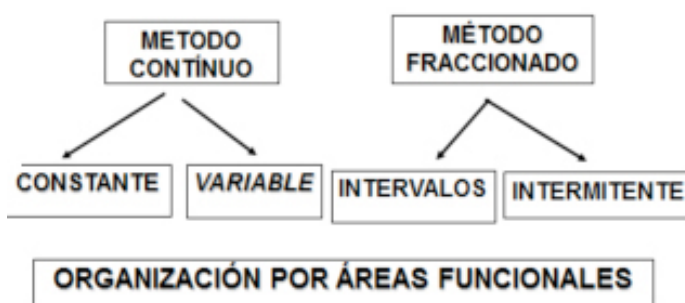


Figuras 9: Clasificación de la Resistencia

### Resistencia aeróbica

El objetivo es lograr el manejo aeróbico de las habilidades propias de cada deporte, aumentando la eficiencia metabólica de la glucólisis e incrementando la velocidad mitocondrial para oxidar Acetil-Coenzima-A, la velocidad de las reacciones del Ciclo de Krebs y de la Cadena Respiratoria, con elevada capacidad de remoción de lactato. (Fig.10)

## ORGANIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA



Figuras 10: Organización

### Aeróbico de intensidad media y potencia aeróbica

- Método Continuo: 60% - 75% del VO<sub>2</sub>max (140 - 160 pulsaciones): 30 a 45 minutos
- Intervalado extensivo:
  - Intensidad: 60 a 75% del VO<sub>2</sub> Max.
  - Duración del Intervalo: 5' a 8' minutos

Volumen: 1 a 3 series de 5 a 10 repeticiones,  
Micropausas: 30" segundos a 1' minuto Macropausas: 2' a 3' minutos.

Estimulamos el sistema aeróbico a intensidad media

- Intervalado de Repeticiones:
  - Intensidad: 75% a 90% del VO<sub>2</sub> Max.
  - Duración del Intervalo: 3 a 5 minutos
  - Volumen: 1 a 3 series de 5 a 8 repeticiones,
  - Micropausas: 2' a 5' minutos Macropausas: 5' a 6' minutos (Activa)
  - Estimulamos el sistema aeróbico a media - alta intensidad (Potencia Aeróbica)

- Intervalado corto intensivo:
  - Intensidad: 90-100 %, del VO<sub>2</sub> Max.
  - Duración del intervalo: de 2' a 3' minutos
  - Volumen: 1 a 3 series de 4 a 6 repeticiones
  - Micropausa: de 3 a 5 minutos (Activa) Macropausa: de 10 minutos (Activa)
  - Estimulamos el sistema aeróbico a alta intensidad (Vo<sub>2</sub> max).

- Entrenamiento Intermitente
  - Periodos de trabajo breves: 5", 10", 15", 20", 30" segundos
  - Micropausas: 5", 10", 15", 20", 30" segundos
  - Relación trabajo-pausa: 1-1 (10" x 10"), 1-2 (10" x 20"), 1-3 (10" x 30")
  - Macropausa 3 a 5' (Activa) entre cada serie.
  - Intensidad: 85-90% de FCM (por encima del Umbral Anaeróbico)
  - Volumen: 3 a 6 series de 5' a 8' minutos de trabajo. Volumen total: 15' a 30' minutos.
  - Ejemplo: 4 series de 5' minutos haciendo 10" x 30" (macropausa: 3' minutos)

Podemos ejecutar el trabajo intermitente de diferentes maneras

- Realizando sucesivas carreras de forma lineal sin elementos o con elementos
- Realizando sucesivas carreras con cambios de dirección y sentido del desplazamiento.
- Combinando bloques con la posibilidad de introducir trabajos para estimular diferentes manifestaciones de fuerza (isométrica-explosiva, elástico-explosiva, reactivo-elástico-explosiva) e insertando carreras a velocidades preestablecidas. (Fig. 11)

## ENTRENAMIENTO INTERMITENTE

### Entrenamiento de la resistencia aeróbica con mocimientos específicos del deporte



Figura 11: Entrenamiento Intermitente

### Resistencia anaeróbica aláctica

Resistir trabajos de alta intensidad y corta duración realizando variadas formas de desplazamientos y gestos. Aumenta las reservas de ATP-CP y optimiza su utilización.

- Intensidad: 95 al 100% de intensidad
- Duración: 6" a 20" segundos
- Volumen: 4 a 6 series de 6 a 10 repeticiones
- Micropausa: 1' a 2' minutos (relación 1-3); Macropausa: 5' minutos

### Resistencia láctica

Aprender a resistir altas concentraciones de ácido láctico y producir energía anaeróbicamente tolerando bajos niveles de PH. Aumenta las enzimas claves de la glucólisis anaeróbica

- Carreras lineales con una Intensidad del 85% al 95%
- Duración: 45 segundos a 1'30 segundos
- Volumen: 4 series de 3 a 5 repeticiones
- Micropausa: 3' a 5' minutos (Relación 1 a 5); Macropausa: 8' a 12' minutos (Activa)

### Velocidad

El análisis de las diferentes manifestaciones de la velocidad ha demostrado que se requiere de diferentes métodos y medios para entrenar cada uno de sus distintos componentes:

- Velocidad de Reacción:  
Intensidad: 100%  
Volumen: 4 series de 6 repeticiones de Sprint de 5 a 10 metros de distancia  
Micropausa: 30" segundos; Macropausa: 3' minutos  
Realizar las partidas con diferentes estímulo sensoriales (auditivos, visuales, etc.)
- Velocidad de Aceleración:  
Intensidad: 100 a 130 %  
Volumen: 4 series de 8 repeticiones de Sprint de 10 a 30 metros de distancia  
Micropausa: 45" segundos a 1'30"; Macropausa: 3' a 5' minutos  
Realizar los Sprint combinados con diferentes saltos (pliometría), salidas con resistencias elásticas (paracaídas, tirantes), terrenos en declive y en subida, etc.
- Velocidad de acción o Desplazamiento:  
Intensidad: 100%  
Volumen: 3 series de 8 repeticiones de Sprint de 25 a 60 metros de distancia  
Micropausa: 1' a 2' minutos; Macropausa: 5' minutos  
Realizar los Sprint combinados con : Skipping (aumenta la longitud del paso), repiqueteos (aumenta la frecuencia del paso), Fartlek (carrera con cambios de ritmo), etc
- Resistencia a la velocidad:  
Intensidad: 90 a 100%  
Volumen: 3 series de 10 repeticiones de Sprint de 60 metros o más, de distancia  
Micropausa: 2 a 3' minutos segundos; Macropausa: 5' a 8' minutos  
Carreras de más de 60 metros contribuyen a mantener la velocidad máxima un mayor tiempo manteniendo el aporte máximo de energía. (Fig. 12)

## Flexibilidad

### MÉTODOS DE TRABAJO (ESTIRAMIENTO MUSCULAR)

#### ✓ Modalidades principales

- Pasiva (externa)
- Activa (interna)
- Tensión activa



#### ✓ Caracteres

- Global
- Analítico



Figura 12: Métodos de trabajo de los estiramientos

### Programa - dosificación

- Estiramientos Pasivos
  - Realizar 1 ejercicio por cada grupo muscular
  - 6 a 8 repeticiones por ejercicio
  - 20 a 30 segundos de duración de cada estiramiento
  - Frecuencia: 3 veces por semana
- Estiramientos musculares post-isométricos: El estiramiento muscular va precedido de una contracción voluntaria isométrica de 6 segundos seguido de estiramiento de 20" o 30".
- Estiramientos con la Técnica de FNP:
  - Contracción concéntrica del agonista de 10" y estiramiento pasivo de 15" del agonista.
  - Contracción excéntrica-isométrica del agonista de 10" y estiramiento pasivo de 15" del agonista.
  - Contracción concéntrica del antagonista de 4" y luego estiramiento de 15" del agonista.
  - Contracciones sucesivas de agonista y antagonista de 10"x 5" y luego estiramiento pasivo del agonista de 15".

### "Alta kinésica" y retorno a la competición

Criterios de "Alta Kinésica"

- Amplitud completa de movimientos sin dolor

- Control dinámico articular
- Aptitud cardiovascular normal
- Fuerza máxima, potencia y resistencia adecuadas en relación a los gestos técnicos y exigencias específicas del deporte
- Velocidad de reacción, aceleración y/o desplazamiento normales

Para poder concretarse el retorno a la competición se deberán superar una serie de evaluaciones funcionales que significarán no solo una recuperación muscular del segmento lesionado, sino que también un apto funcional específico para el deporte dado. Los criterios para el retorno a la competición se establecen para cada lesión en particular teniendo en cuenta de forma fundamental las capacidades que el deporte en cuestión requiere. (Fig. 13)

### TEST FUNCIONALES

- ✓ Coordinación
- ✓ Gestos deportivos
- ✓ Vuelta a la competencia

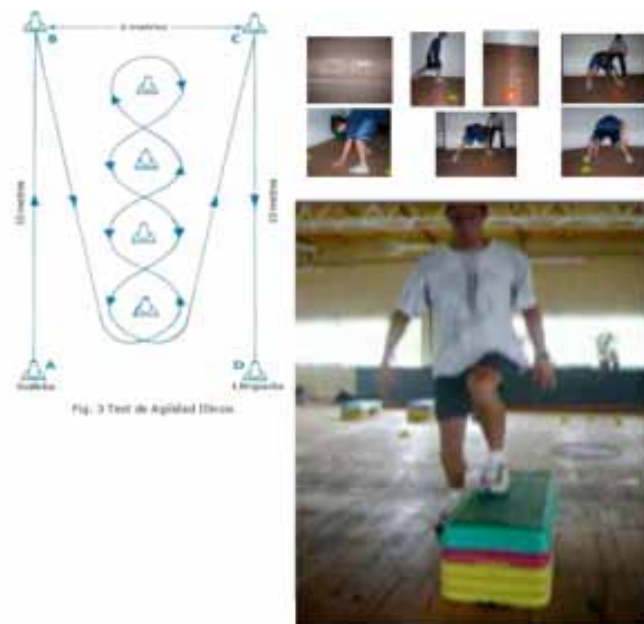


Figura 13: Alta Kinésica: Test funcionales

### Bibliografía

1. **Bompa Tudor.** (1995) Periodización de la fuerza. Biosystem Servicio Educativo, 1ª edición, Canadá.
2. **Di Santo, Mario** (2006). Amplitud de Movimiento. Bs. As. Gráficamente Ediciones.
3. **González Badillo, J. J; Gorostiaga Ayestarán, E.** (2002) Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. INDE.

**4. López Chicharro, José. Fernández Vaquero.** (2006). Fisiología del ejercicio. 3º edición. Madrid: Panamericana.

**5. Rodríguez D., Seara M., Krasnov F., Pagano P.** (2012) Apuntes de Kinefilaxia. UAI.

**6. Fajardo, Julio T.** (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Edit. Ergo, Barcelona,

**7. Garcia Manso J. M., Valdivieso M** (1996) "Bases teóricas del entrenamiento deportivo" Edit. Gimnos

**8. Dr. J.F.Becerro, C.O.I.** Español, 1992-"Guía práctica de medicina del deporte"

**9.** Comité Olímpico Internacional, Vol. I, 1988 "Libro olímpico de medicina deportiva"

**10.** Introducción a la rehabilitación de las lesiones deportivas. Dra. G.Apfelbaum, [www.fm.unt.ed.ar](http://www.fm.unt.ed.ar)

**11.** La rehabilitación del deportista lesionado: orientación hacia la reeducación funcional. J. Mula Pérez, [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com)