

# Influencia del sistema de actividades terapéuticas para el aumento de la fuerza muscular de la pronosupinación del antebrazo en pacientes hemiparéticos como secuela de accidente vascular encefálico

Crespo Moinelo Mercedes Caridad,<sup>1</sup> Francia González Tania,<sup>2</sup>  
Nodarse Ravelo Jenny,<sup>1</sup> Torres Aguilar Maydané,<sup>1</sup> Torres Hernández Jorge,<sup>3</sup> Depestre  
Triana Eddie Nicola,<sup>4</sup> Díaz Márquez Roberto,<sup>4</sup> Boys Lam Odalys,<sup>5</sup> Quesada Rodríguez  
Estela,<sup>1</sup> Pérez Roque Yoanne,<sup>2</sup> Depestre Rojas Diego Luis,<sup>4</sup> Cárdenas Blanco Pedro<sup>4</sup>

## RESUMEN

Las enfermedades cerebrovasculares están consideradas como las entidades más frecuentes que pueden dar origen a isquemias o hemorragias. En la mayoría de los casos, el daño neurológico es unilateral, con pérdida parcial o total de la función motora voluntaria, afectándose las habilidades funcionales de la vida diaria. Cuando ocurre un accidente vascular encefálico, uno de los segmentos afectados es el antebrazo, comprometiéndose en gran medida los movimientos de pronación y supinación, provocando cierto grado de invalidez que obstaculiza el desarrollo exitoso de cualquier acto motor. Con la finalidad de valorar la influencia de un sistema de actividades para aumentar la fuerza muscular en los movimientos de pronosupinación del antebrazo, éste se aplicó en 20 pacientes (16 hombres y cuatro mujeres) que tenían como defecto motor una hemiparesia discreta, con un tiempo de evolución de la enfermedad de seis meses a cinco años. Se realizó un estudio experimental con un período de duración de dos meses de tratamiento. Se aplicó el Test Muscular de Daniels inicial y final en el Laboratorio de Evaluación Integral Psicomotriz (LEIS) para comparar los resultados. Los pacientes mejoraron considerablemente, observándose en el grado de significación obtenido al aplicar la prueba estadística Willconson Matched Pairs, demostrando que el sistema de actividades propuesto influyó de forma positiva en el aumento de la fuerza en los movimientos del antebrazo.

**Palabras claves:** hemiparesia, pronación, supinación, Test Muscular de Daniels.

Rev Mex Neuroci 2006; 7(4): 287-292

**Therapeutic system influence for the muscular force increase of the forearm  
pronosupination in hemiparetical patients with encephalic vascular accident sequelae**

## ABSTRACT

Cerebrovascular diseases are considered the most frequent entities that can originate ischemias or hemorrhages. In most cases, the neurological damage is unilateral, manifesting itself in hemiplegia or hemiparesia of the corresponding hemibody, with partial or total loss of the voluntary motor function, and decrease or loss of the reflective tendinous affecting, functional abilities of daily life. When a vascular encephalic accident occurs one of the affected segments is the forearm, involving pronation and supination movements and causing certain grade of disability blocking the successful development of any motor act, with the purpose of valuing the influence of the system of activities to increase the muscular force in the pronosupination forearm movements. It was applied to 20 patients (16 men and four women) that had a discreet hemiparesia, with an illness evolution of six months to five years. An experimental study was carried out with duration of two months of treatment. The Daniel's Muscular Test was applied at the beginning and at the end in the Laboratory of Integral Evaluation Psicomotriz (LEIS) to compare results. The patients improved considerably, this was observed in the significant grade obtained after the application of Willconson's Matched Pairs statistical test.

**Key words:** Hemiparesia, pronation, supination, Daniel's Muscular Test.

Rev Mex Neuroci 2006; 7(4): 287-292

1. Especialista en Neuror rehabilitación. Defectóloga de la Clínica de Lesiones Estáticas Encefálicas del Adulto. Aspirante a Investigador.
2. Especialista en Neuror rehabilitación. Defectóloga de la Clínica de Lesiones Estáticas Encefálicas del Adulto. Oligofrenopedagogo.
3. Técnico en Fisioterapia.
4. Licenciado en Cultura Física.
5. Licenciada en Defectología. Especialización Oligofrenopedagogía, M.C. Psicología Educativa.

## Correspondencia:

Lic. Mercedes Caridad Crespo Moinelo.

CIREN. Av. 25 No. 15805 Cubanacán, Playa. C.P. 11300. Ciudad de La Habana. Cuba. Telf.: (537) 273-6087, 273-6777-78.

Fax: (537) 273-6302, 273-2420. E-mail: mcrespo@neuro.ciren.cu, cineuro@neuro.ciren.cu <http://www.ciren.ws>

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de muerte en el mundo son los accidentes cerebrovasculares. En Cuba constituyen la tercera causa de defunción, a lo que se debe añadir el alto grado de secuelas y limitaciones que originan en las personas que no fallecen.

Debido a estas alteraciones anatomopatológicas, se producen realmente estas lesiones (infarto, hemorragia) que provocan alteraciones de determinados territorios del cerebro y que dan origen a un sinnúmero de sintomatologías que dependen, precisamente, de las zonas dañadas y de su extensión.<sup>1</sup>

El llamado derrame cerebral puede ocurrir en distintos niveles del cerebro; la hemorragia subaracnoidea y la intraparenquimatosa son las más frecuentes.

Múltiples y variadas son las causas que acarrear la aparición de accidentes cerebrovasculares: alteraciones en la pared del vaso, cambio en la calidad de los constituyentes de la sangre, los trastornos hemodinámicos, u otros que condicionan la aparición de una oclusión de la luz vascular por embolismo o trombosis, hemorragias por ruptura de un vaso, los traumatismos, las causas tóxicas y metabólicas, entre otras.

El funcionamiento normal del cuerpo depende de la eficiencia del sistema nervioso central, como órgano de integración.<sup>2</sup> Las células más importantes son las neuronas, las cuales tienen un cuerpo celular y axones, que son fibras que conducen impulsos y conectan distintos sectores, de ahí que los movimientos voluntarios se generen en la corteza motora del cerebro.<sup>3</sup>

Gracias a los impulsos que viajan por las vías corticoespinales se generan los movimientos voluntarios, incluyendo aquellos más complejos, delicados y que implican destreza. Esto se logra estimulando determinados grupos musculares e inhibiendo otros. Cuando se daña un tracto corticoespinal sus funciones se reducen o pierden por debajo del nivel de injuria.

Una extremidad afectada se debilita o paraliza, y los movimientos complicados o delicados se efectúan de forma deficiente, el tono muscular aumenta y los reflejos tendinosos profundos se exageran. Uno de estos defectos motores que se producen con más frecuencia es la hemiplejía, que puede afectar tanto la zona distal como proximal del brazo.

En la evolución del sistema nervioso central, a medida que se desarrollan los patrones más complejos en los centros superiores, se inhiben los patrones de funcionamiento en los centros inferiores.<sup>4</sup> Cuando se daña al sistema nervioso central por un trastorno vascular, se pierde el control de los centros superiores encargados de los patrones de

funcionamiento más complejos, como los actos motores más distales (antebrazo-mano) de los miembros superiores.

Dentro del programa de defectología para pacientes con secuelas de lesiones estáticas encefálicas, encontramos como uno de los objetivos fundamentales la instauración, automatización o perfeccionamiento de las habilidades perdidas, el mejoramiento de la coordinación, la precisión y el ritmo de los movimientos y el aumento de la fuerza muscular, entre otras.<sup>5</sup>

La fuerza es una capacidad motora condicional (Meinel), definida fisiológicamente como la capacidad de una fibra o conjunto de fibras que producen tensión; es una capacidad neurofisiológica, metabólica y mecánica, un concepto colectivo multilateral estrechamente ligado con el resto de las capacidades condicionales (velocidad y resistencia) y las coordinativas. Es una cualidad motriz básica y participa de mayor o menor manera en todos los ejercicios.<sup>6</sup>

El sistema nervioso central regula la actividad de acuerdo con el nivel de fuerza que deba desarrollar el músculo y no según la velocidad de la contracción; la magnitud y tipo de fuerza que desarrolla un músculo depende de la proporción de los distintos tipos de fibra muscular.<sup>7</sup>

Todo movimiento lleva implícito un incremento en la capacidad de contracción muscular del ejecutante, lo que corresponde al entrenamiento de la fuerza.

En centésimas de segundo, el cerebro debe decidir sobre la acción que se va a realizar, y manda la información a los músculos para que actúen, contrayéndose y provocando el movimiento. Los músculos deben trabajar contra una resistencia superior a la que se enfrentan en sus actividades diarias.<sup>6</sup>

En un sinnúmero de pacientes con secuelas de accidente vascular encefálico, existe un compromiso importante de la fuerza muscular en las extremidades superiores, por lo que nos hemos dado a la tarea de buscar vías para el mejoramiento de este aspecto.

Para obtener una contracción voluntaria máxima es necesario una secuencia adecuada en la actividad muscular agonista-antagonista, un balance articular adecuado, producir la fuerza suficiente para vencer la gravedad, etcétera.<sup>8</sup>

Por ello, cuando ocurre un accidente vascular encefálico, la parte del cuerpo afectada por una hemiplejía o hemiparecia provoca cierto grado de invalidez, que irrumpe en el desarrollo exitoso de cualquier acto motor. De ahí la importancia de reeducar al paciente para que pueda controlar los músculos inutilizados con la parte del cuerpo no

dañada, dirigiendo la atención hacia la recuperación y el mejoramiento de las funciones, previendo cualquier factor que aumente la incapacidad.<sup>2</sup>

Por eso, nuestra investigación va encaminada a valorar la influencia de un sistema de actividades propuesto para la recuperación y el aumento de la fuerza muscular en los movimientos de pronosupinación del antebrazo en pacientes hemiparéticos, como secuela de lesiones estáticas encefálicas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con una muestra de 20 pacientes (cuatro mujeres y 16 hombres), con un promedio de edad de 53.6 años (24 mínimo y 80 máximo (Tabla 1).

La totalidad de la muestra presentaba como defecto motor una hemiparesia discreta, sin presencia de espasticidad y con un tiempo de evolución de la enfermedad de seis meses a cinco años.

Se analizaron los estudios de las historias clínicas, así como la exploración inicial de los pacientes.

Se realizaron pruebas funcionales iniciales y finales (Test Muscular de Daniels) en la articulación del antebrazo (movimientos de pronación-supinación) en el Laboratorio de evaluación: Integral Psicomotor (LEIS), con el siguiente sistema de clasificación por grados:

### Técnicas manuales de exploración Daniels

Desarrollo de las pruebas musculares manuales:

#### 1. Supinación del antebrazo:

- a) Normal y Buena (evaluación: 5 y 4). El paciente en posición sentada con el brazo al costado, el codo flexionado en ángulo recto y el antebrazo en pronación para evitar la rotación del hombro. Los músculos de la muñeca y los dedos están en relajación. Fijese el brazo. El paciente efectúa el movimiento de supinación del antebrazo; se aplica resistencia en la cara dorsal del extremo distal del radio, con presión contra la cara ventral del cúbito.
- b) Regular y Mala (evaluación: 3 y 2). Paciente sentado con el brazo al lado del cuerpo, el codo doblado en ángulo recto y el antebrazo en pronación y sostenido por el explorador. Los músculos de muñeca y dedos relajados. Para el grado regular, el paciente efectúa la supinación en todo el arco del movimiento, y sólo en parte de éste para el grado malo.
- c) Vestigio y Cero (evaluación: 1 y 0). El supinador se palpa en la cara radial del antebrazo, si los músculos extensores

suprayacentes no están contraídos. El tendón del bíceps braquial es palpable en el pliegue del codo.

- **Nota:** no debe permitirse al paciente que efectúe la rotación externa del brazo y lleve el codo hacia adentro del cuerpo al poner el antebrazo en supinación; a resultas de este movimiento, puede parecer que el antebrazo está en supinación, pero el arco de movimiento es incompleto. Este movimiento puede hacer "rodar" el antebrazo hasta quedar en supinación, sin que se efectúe contracción muscular.

#### 2. Pronación del antebrazo

- a) Normal y Buena (evaluación: 5 y 4). El paciente está sentado con el brazo a un lado del cuerpo, el codo en flexión de 90° para evitar la rotación del hombro, el antebrazo en supinación. Los músculos de la muñeca y los dedos en relajación. Se fija el antebrazo. El paciente efectúa el movimiento de pronación del antebrazo en toda su amplitud. Se hace resistencia en la cara anterior del extremo radial distal, con presión contra la cara posterior del cúbito para girarlo hasta su posición inicial.
- b) Regular y Mala (evaluación: 3 y 2). Paciente sentado con el brazo al costado, el codo en flexión de 90° y el antebrazo en supinación y sostenido por el operador. Los músculos de la muñeca y dedos en relajación. Para el grado regular, el paciente efectúa completo el movimiento de pronación, y sólo en parte para el grado malo.
- c) Vestigio y Cero (evaluación: 1 y 0). Paciente en posición sentada. El explorador palpa el pronador redondo en la cara anterior del antebrazo, tercio superior, en la línea que une la epitróclea con el borde externo del radio.

- **Nota:** no debe permitirse al paciente que efectúe el movimiento de rotación interna o de abducción del brazo durante la pronación. Esto hace que el arco de movimiento de pronación parezca completo y lleva al antebrazo a la posición de pronación.

Antes de aplicar el sistema de actividades se tomó en cuenta las condiciones del examen físico. Dicho sistema sólo fue aplicado en pacientes que tenían como defecto motor hemiparesia discreta, con una amplitud articular conservada y disminución de la fuerza muscular, de los 20 pacientes objeto de estudios, 14 tenían cierto grado de hipotonía; se conside-

ró como premisa fundamental en la aplicación de estos la posición, fijación y zona de la resistencia a tratar.

Se aplicó el sistema de actividades durante dos meses, con una frecuencia de una hora diaria, que agrupaba actividades encaminadas a la recuperación de la fuerza del segmento afectado: el antebrazo (pronación-supinación).

### Sistema de actividades terapéuticas desarrollado

#### 1. Ejercicios para la pronosupinación del antebrazo:

- Termoterapia previa al tratamiento: Es necesario utilizar el calor para acondicionar la zona a tratar, para mejorar el metabolismo local y facilitar el movimiento con vistas a que la calidad del ejercicio sea mejor.
- Masaje manual y mecánico en el segmento afecto, con vistas a preparar la musculatura de la zona a tratar (antebrazo).
- Movilizaciones activas libres, activas asistidas y activas resistidas.

#### 2. Ejercicio activo-asistido y activo-resistido de supinación del antebrazo:

- Paciente sentado con hombro en aducción, codo en un ángulo de 90 grados apoyado en la mesa, palma de la mano hacia abajo y antebrazo en pronación; el especialista aplica resistencia en el tercio medio del antebrazo.

#### 3. Ejercicio activo-asistido y activo-resistido de pronación del antebrazo:

- Paciente sentado con hombro en aducción, codo en un ángulo de 90 grados apoyado en la mesa, palma de la mano hacia arriba y antebrazo en supinación; el especialista aplica resistencia en el tercio medio del antebrazo.

#### 4. Ejercicios activos resistidos:

- Trabajo en la mesa universal, realizar la pronosupinación con resistencia.
- Trabajo en el pronosupinador de pared, colocado a la altura de la cintura pélvica.
- Realizar los movimientos de pronosupinación utilizando dumbbells.
- Según las posibilidades del paciente, con ambos brazos apoyados en la mesa, hombro en aducción a un ángulo de 90 grados, realiza movimientos de pronación y supinación con muñequeras lastradas en el antebrazo.

Se repitieron las pruebas al concluir el tratamiento defectológico. Se compararon los resultados, hallando la media inicial y final, y el porcentaje de mejoría total de la muestra objeto de estudio.

Se aplicó la prueba no paramétrica Willconson Matched Pairs y la Estadística Descriptiva para determinar el grado de significación de los resultados finales.

### RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en los movimientos de pronación y supinación al aplicar el Test Muscular de Daniels. Se aprecia una mejoría significativa en todas las variables controladas.

A pesar que el movimiento de pronación alcanzó mejor evaluación: en los resultados finales, no dejan de tener significación los resultados obtenidos en los movimientos de supinación.

En ambos movimientos analizados hubo un aumento de la fuerza muscular revertido, esto en mayor grado de funcionalidad de la extremidad afectada.

La tabla 2 muestra los porcentajes de mejoría obtenidos en cada una de las variables; se aprecia que a pesar de ser el movimiento de supinación uno de los más comprometidos, inicialmente obtuvo al concluir el tratamiento un puntaje de 16.02%, y la

**Tabla 1**  
**Puntuación obtenida después de aplicado el Test Muscular de Daniels (inicial y final) (N = 20).**

MIEMBRO SUPERIOR ANTEBRAZO				
No	Activo			
	P.I	S.I	P.F	S.F
1	3	3	3+	3+
2	4	3	4+	3
3	5	2	5	2+
4	5	3-	5	4
5	4	2	5	2+
6	4-	3+	4+	4
7	5	3+	5	4
8	3	3	3+	3+
9	4-	3	4	4+
10	3+	3-	4	3
11	3	4+	5	5
12	3-	4	4+	5
13	3	3	4	4
14	4	3-	5	4+
15	4+	4	5	5
16	4	3	5	4
17	3-	3-	4+	4
18	4+	3	5	4
19	3	4	4	5
20	4+	3+	5	4

**Tabla 2**  
**Media obtenida en cada variable al inicio y final del tratamiento. Total de pacientes (20)**

Antebrazo.	XI	XF	% de mejoría
Pronación	3.715	4.499	15.60
Supinación	3.098	3.899	16.02

*XI: Media Inicial. XF: Media Final.*

**Tabla 3**  
**Resultados obtenidos con la aplicación de la estadística descriptiva del grupo de pacientes investigados (N = 20).**

	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef de variac
Pron_I	20	3.715	3.66	2.66	5	0.578	0.760	20.460
Pron_F		4.499	4.665	3.33	5	0.334	0.578	12.853
Supin_I		3.098	3	2	4.33	0.388	0.623	20.098
Supin_F		3.899	4	2.33	5	0.657	0.811	20.794

*Pron\_I: Pronación inicial*

*Supin\_I: Supinación inicial*

*Pron\_F: Pronación final*

*Supin\_F: Supinación final*

**Tabla 4**  
**Análisis de significación después de aplicada la prueba Wilcoxon Matched Pairs Test  $p < 0.05$ .**

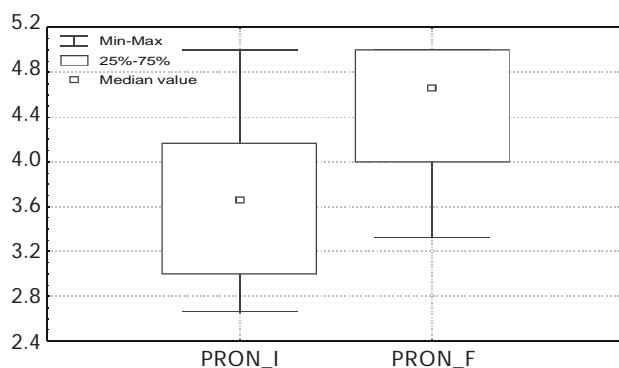
	N	Z	p-level
Pron_I & Pron_F	20	3.621	0.000294
Supin_I & Supin_F	20	3.823	0.000132

*Pron\_I: Pronación inicial*

*Supin\_I: Supinación inicial*

*Pron\_F: Pronación final*

*Supin\_F: Supinación final*

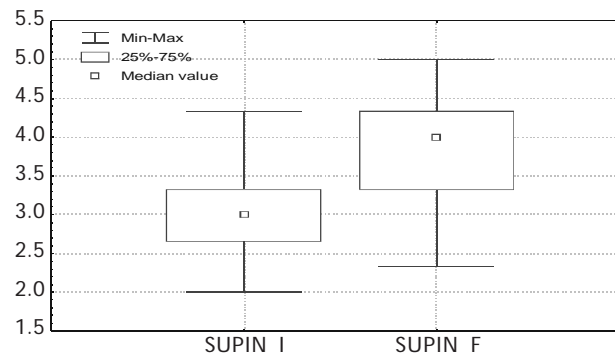


**Figura 1.** Movimiento de pronación. Box & Whisker Plot.

pronación alcanzó un 15.60%, demostrando ambos resultados un aumento significativo de la fuerza muscular.

La tabla 3 muestra los resultados de la estadística descriptiva, que indican que hubo un incremento de la media en los resultados finales tanto en los movimientos de pronación (4.499) como de supinación (3.899).

La tabla 4 muestra los resultados de significación obtenidos. El grado de significación resultó menor que 0.005 en cada variable, pronación



**Figura 2.** Movimiento de supinación. Box & Whisker Plot.

0.000294, supinación 0.00132, por lo que podemos afirmar que la mejoría fue muy significativa en ambos movimientos, siendo más notorio el grado de significación en los movimientos de pronación.

Como se observa en la figura de "cajas y bigotes" (Figura 1), existe en la media inicial una gran dispersión de los datos producto, cuyos valores máximos y mínimos están separados; en la media final se aprecia una agrupación de esos datos, disminuyendo los cuartiles, existiendo una mayor concen-

tración de los resultados alrededor de la media, lo que indica una mejoría muy significativa en los movimientos de pronación.

Como se aprecia en la figura 2, hubo un incremento de los valores mínimos y máximos; por ejemplo: paciente 1: mínimo 2-máximo 4; aunque no hubo mayor concentración de datos, sí hubo un incremento de dichos valores.

## DISCUSIÓN

En todos los casos investigados, se pudo apreciar que para desarrollar la fuerza de un movimiento es necesario tener en cuenta el grado de excitación neuromuscular, los esfuerzos volitivos, las características biomecánicas del músculo, el estado del sistema osteoarticular y ligamentoso, el diámetro fisiológico muscular, la magnitud tensional de los músculos sinérgicos (coordinación intermuscular), magnitud tensional de cada músculo y sus células (coordinación interfibrilar), capacidad reactiva, para cambios instantáneos del tipo de contracción muscular y su perfil metabólico.<sup>6</sup>

Aunque en todos los casos se evidenció la capacidad para aumentar la fuerza, se observó que la disminución de los valores de fuerza muscular que se observan con la edad, se debe a que disminuye el número y el tamaño de las fibras musculares, así como la velocidad de propagación de la señal que transmiten los nervios motores a los músculos para que se contraigan y produzcan tensión, apreciándose menor rendimiento en los pacientes de sexo femenino y mayores de 48 años, demostrándose que ambas variables son factores que influyen en el desarrollo de la fuerza muscular.<sup>8</sup>

La totalidad de la muestra presentaba disminución de la fuerza muscular en cada variable controlada. Una vez que se obtuvieron los resultados de la media de cada variable controlada, pudimos constatar que:

- En los porcentajes totales se enmarca como resultado más relevante el movimiento de pronación con un 28.50% de mejoría; esto estuvo condicionado porque fue inicialmente el más afectado; en el caso contrario, encontramos la supinación con un 22.10%, que era uno de los

movimientos donde más conservada se encontraba la fuerza muscular.

- El tratamiento estableció una estrategia positiva a utilizar en el aumento de la fuerza en todos los movimientos del antebrazo.
- En todas las variables controladas se obtuvo una mejoría significativa después de aplicada la prueba estadística, destacándose los movimientos de pronación activa.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que:

- El sistema de actividades propuesto influyó de forma positiva en el aumento de la fuerza de los movimientos de pronosupinación del antebrazo, que propició accionar sobre el segmento afectado revertido, esto en mejor funcionabilidad del mismo, constatándose un 70% de mejoría funcional.
- Se observó una mejor calidad en la ejecución de los movimientos, facilitando mayor grado de independencia en el paciente, aunque no fue objeto de estudio.

## REFERENCIAS

1. De la Osa J. *Artesanos de la vida*. Madrid: Sangova; 2001, p. 123.
2. Downie PA Cash. *Neurología para fisioterapeutas*. 4a Ed. Buenos Aires: Panamericana; 1989.
3. Colectivo de Autores. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. *Apuntes de Semiología*. (Publicación Online).
4. García Peña M, Sánchez Cabeza A, Miján de Castro E. evaluación: funcional y terapia ocupacional en el daño cerebral adquirido. *Rehabilitación* 2002; 36(3): 153-62.
5. Programa de Intervención Defectológica para pacientes con secuelas de Lesiones Estáticas Encefálicas. Centro Internacional de Restauración Neurológica.
6. Mata Verdejo D. Valoración de la fuerza muscular. Disponible en: Pág 4 <http://www.sportmetrics.net/vfm.htm>. Acceso el 11 de mayo del 2004.
7. [http://www.chasque.net/gamolnar/entrenamiento.03.html#anchor\\_599228](http://www.chasque.net/gamolnar/entrenamiento.03.html#anchor_599228). La especificidad del entrenamiento.
8. Bascuñana H, Renal E, Abril C, Puig JM, Aguilar JJ. *Rehabilitación* (Madrid) 1996; 30: 411-22.

