

APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIOS EN LA PATOLOGÍA REGIONAL DEL TOBILLO

M.T. Flórez García¹, M.Á. Pérez Manzanero¹, F. García Pérez¹, J. Aboitiz Cantalapiedra¹, C. Echávarri Pérez¹, R. Hidalgo Lorite²

¹ Unidad de Rehabilitación. Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid

² Sistemas ISI Argonauta S.L.

Los programas de ejercicios se han mostrado eficaces, en ensayos clínicos con grupo control, en algunos de los cuadros clínicos más frecuentes del tobillo. Se ha diseñado una aplicación informática que facilita la prescripción de los ejercicios con mayor nivel de evidencia científica en cuatro entidades: fascitis plantar, esguinces de repetición, tendinopatía aquilea y tendinopatía del tibial posterior. Se puede acceder a la aplicación a través de la dirección web www.sermef.es, buscando el enlace "Programas de ejercicios" (sólo se precisa disponer de un navegador y una conexión a internet). Es interactiva (se pueden modificar los ejercicios y adaptarlos a cada paciente), permite generar folletos gráficos (que se pueden entregar al paciente) y es sencilla y gratuita (de acceso libre).

PALABRAS CLAVE: Ejercicio. Tobillo. Informática. Rehabilitación. Fisioterapia.

COMPUTER APPLICATION FOR EXERCISE PRESCRIPTION IN REGIONAL ANKLE CONDITIONS

Randomized controlled trials have shown physical exercise programmes to be effective in several of the most common ankle conditions. We have designed a computer application for facilitating prescription of such exercises based on a high level of scientific evidence for four clinical conditions: plantar fasciitis, recurrent ankle sprains, Achilles tendinopathy and tibialis posterior tendon dysfunction. This software may be accessed through the www.sermef.es website (link: "Programas de ejercicios"). A browser and Internet access are sufficient. The software is simple and free for public use; it is interactive, and the exercises can be modified and customized for each patient; it can also generate graphic brochures which may be handed to the patient.

KEY WORDS: Exercise. Ankle. Informatics. Rehabilitation. Physical Therapy.

INTRODUCCIÓN

Los programas de ejercicios son una de las principales alternativas de tratamiento en muchas afecciones del aparato locomotor. Se han publicado varios ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA) que apoyan su eficacia en algunos de los cuadros clínicos más frecuentes del tobillo. Una revisión sistemática reciente sobre el tratamiento de la tendinopatía aquilea⁽¹⁾, que localizó 5 ECCA sobre programas de ejercicios⁽²⁻⁶⁾, concluye que es la modalidad de tratamiento conservador con más datos de eficacia. También se han publicado varios ECCA que demuestran que, en pacientes que han tenido esguinces de repetición,

programas de ejercicios bien diseñados disminuyen el riesgo de nuevos episodios y pueden mejorar los síntomas de dolor y sensación de inestabilidad crónica⁽⁷⁻⁹⁾. Algunos ECCA aislados sugieren la utilidad de los ejercicios de estiramiento de la fascia plantar^(10,11) en pacientes con síntomas de fascitis plantar y de la combinación de ortesis y ejercicios en la tendinopatía del tibial posterior⁽¹²⁾. Las principales guías de práctica clínica recomiendan los ejercicios como una de las medidas iniciales y básicas de tratamiento^(13,14).

Sin embargo, el profesional que desea aplicar estas técnicas a sus pacientes no dispone con frecuencia de un acceso rápido y sencillo a fuentes de información de calidad científica que le permitan decidir qué tipo de ejercicio recomendar y con qué parámetros (intensidad, frecuencia, duración...). Por ello, un grupo de fisioterapeutas y médicos especialistas en rehabilitación nos planteamos diseñar una aplicación informática que facilitara la prescripción de aquellos programas de ejercicios que se han mostrado más eficaces en ensayos clínicos.

Correspondencia:

Dr. M.T. Flórez García

C/ Portugal, 3, portal 2, 1.º D

28224 Pozuelo de Alarcón. Madrid

Correo-e: marianotomasflomez@gmail.com

Fecha de recepción: 25/5/10

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó una aplicación informática, accesible a través de la web, con programas de ejercicios para cuatro entidades clínicas del tobillo: fascitis plantar, inestabilidad crónica secundaria a esguince de tobillo, tendinopatía aquilea y tendinopatía del tibial posterior. En todos los programas se siguió el mismo esquema de desarrollo:

- **Revisión de la evidencia científica** disponible en las principales bases de datos biomédicas (Pubmed, Colaboración Cochrane, Physiotherapy Evidence Database, AMED...) y elaborando, para cada patología, un documento denominado *Bases científicas* con una descripción extensa de las evidencias científicas en que se basarán los ejercicios que se proponen. Este documento (en formato pdf) se integra dentro de la aplicación.

- **Selección y descripción de los ejercicios que se han mostrado más eficaces.** Los detalles técnicos y los objetivos de cada ejercicio se describen pormenorizadamente, para cada patología, en otro documento (también en formato pdf) denominado *Descripción ejercicios*, que también se integra en la aplicación.

- **Diseño de programas predefinidos** que se han mostrado eficaces en la práctica clínica (siempre con la opción de modificar algún parámetro). Cuando existen varias alternativas se incluyen las diferentes opciones. En el caso de tendinopatía aquilea se diseñó un programa específico para la tendinopatía de la porción media del tendón y otro para la tendinopatía de inserción.

- **Posibilidad de diseñar programas personalizados.** Permite la selección de un amplio abanico de ejercicios para que el profesional pueda diseñar diferentes programas de ejercicios totalmente personalizados. También se podrán modificar aquellos aspectos que se deseen de los programas preestablecidos. Una vez seleccionado el programa de ejercicios, se pueden generar folletos gráficos para imprimir y entregar al paciente.

RESULTADOS

Desarrollo informático

Se puede acceder de forma libre a la aplicación a través de la página web de la Sociedad Española de Rehabilitación (www.sermef.es) y haciendo clic sobre el enlace "Programas de ejercicios". Está alojada en un servidor web Apache y utiliza el motor de bases de datos MySQL. Se desarrolló con las siguientes herramientas informáticas: PHP 5.2.0 (www.php.net) como lenguaje de programación, Web.framework 1.0.0 como infraestructura que incorpora el paradigma modelo-vista-controlador en PHP, el Motor de Plantillas Smarty 2.6.7 (www.smarty.net) para la capa

de presentación y Ezpdo 1.1.3 (www.ezpdo.net) como gestor de persistencia.

Programas

Actualmente incluye, respecto a tobillo, nueve programas de ejercicios preestablecidos para cuatro cuadros clínicos: 1) estiramiento de la fascia plantar y estiramiento de fascia y tríceps para fascitis plantar; 2) fortalecimiento con isométricos, fortalecimiento con bandas elásticas y ejercicios propioceptivos para inestabilidad crónica secundaria a esguince de tobillo; 3) en la tendinopatía de Aquiles se han diseñado ejercicios para la tendinopatía del cuerpo medio, la tendinopatía de inserción unilateral y la tendinopatía de inserción bilateral; y 4) en la tendinopatía del tibial posterior se propone un programa básico y otro más completo que se denomina combinado. Además de los ejercicios incluidos en los protocolos de tratamiento se incluye un conjunto de ejercicios de tobillo, clasificados según su función, que permiten crear programas personalizados.

Interfaz de usuario

La aplicación dispone de varias pantallas por las que el usuario puede desplazarse para obtener o diseñar programas de ejercicios.

Desde la pantalla de inicio (**Figura 1**) se accede a las diferentes pantallas de la aplicación que permiten obtener y diseñar los distintos programas de ejercicios. Se puede elegir la región anatómica tobillo-pie o ir directamente a un cuadro clínico concreto dentro de ella (fascitis plantar, tendinopatía aquilea...) para acceder a la pantalla de selección/diseño de programas (**Figura 2**), que consta de cuatro zonas:

- **Zona superior.** Presenta varios enlaces, a través de los cuales se pueden consultar las bases científicas y la descripción ampliada de los ejercicios de cualquiera de los cuatro cuadros clínicos y la ayuda de la aplicación. Al acceder a las bases científicas y a la descripción de los ejercicios, aparece un desplegable con los cuadros clínicos. Al hacer clic en un cuadro clínico se muestra un documento en formato pdf, que se puede leer directamente en la pantalla, grabar o imprimir.

- **Zona izquierda.** Tiene dos pestañas de acceso: Programas y Ejercicios. Por defecto, está activada la pestaña Programas, donde aparecen todos los programas de los diferentes cuadros clínicos. Al elegir un programa, aparecerán todos los ejercicios que forman el programa, tanto en la zona central como en el área de selección de la derecha, en forma de listado. Si se hace clic en la pestaña Ejercicios, aparecerá una clasificación de los ejercicios correspondientes al tobillo.

- **Zona derecha.** En el área denominada Selección, se van almacenando los nombres de los ejercicios seleccionados.



Figura 1. Pantalla principal. Permite acceder a las diferentes pantallas de la aplicación. Se puede elegir la región anatómica (p. ej., Tobillo - Pie) o ir a un cuadro clínico concreto dentro de ella (Fascitis plantar, Esguince de tobillo, Tendinopatía aquilea o Tendinopatía tibial posterior).

Figura 1. Home page. This allows access to the various pages/screens of the application. Selection may be by anatomical region (Tobillo - Pie, or Ankle Foot), or by selecting a definite clinical condition within the anatomic region (plantar fasciitis, ankle sprains, Achilles tendinopathy and tibialis posterior tendon dysfunction).

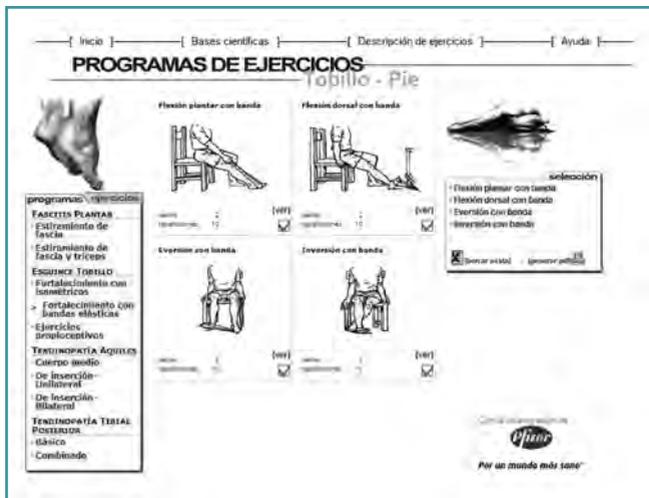


Figura 2. Pantalla de selección/diseño de programas. Zona superior: presenta varios enlaces (Bases científicas, Descripción de ejercicios y Ayuda). Zona izquierda: presenta dos pestañas (Programas y Ejercicios). Zona derecha: área de selección. Zona central: presenta las imágenes de los ejercicios.

Figura 2. Selection/programme design page. The upper area presents a number of links (scientific bases, exercise description, help); on the left are two selection entry marks (programmes and exercises); on the right is the selection area, and the mid-zone shows images of the exercises.



Figura 3. Pantalla de información del ejercicio. Permite obtener más información sobre cada ejercicio. Contiene varios elementos: nombre del ejercicio, imagen inicial (posición de partida del ejercicio), imagen final (posición final del ejercicio), descripción breve del ejercicio, número de series o de repeticiones y casilla de selección.

Figura 3. Exercise information page. Provides access to further information regarding each concrete exercise. This page contains a number of elements: name or designation of the exercise, initial image (start position for the exercise), final image (position at the end of the exercise), a brief description of the exercise, number of series/repetitions, and selection box.

Aparecen dos comandos en su parte inferior que permiten vaciar la cesta de selección y/o generar un documento en formato pdf con los ejercicios seleccionados, que se puede imprimir.

- Zona central. Presenta las imágenes de los ejercicios. Además cada ejercicio, permite obtener más información sobre él si hace clic en Ver, o bien sobre la propia imagen o en el ejercicio elegido incluido en la cesta de selección. De esta forma se accede a la pantalla de información del ejercicio (**Figura 3**). Esta pantalla permite obtener más información sobre cada ejercicio. Contiene varios elementos: nombre del ejercicio, imagen inicial (posición de partida del ejercicio), imagen final (posición final del ejercicio), descripción breve del ejercicio (descripción que aparecerá en el folleto para imprimir), número de series y repeticiones del ejercicio que están preestablecidas (es posible cambiar ambos números) y una casilla de selección (informa si el ejercicio está seleccionado o no para el programa de ejercicios y da la posibilidad de seleccionar o deseleccionar, según el caso).

MÉTODO DE SELECCIÓN/DISEÑO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS

Desde la pantalla de selección/diseño del programa de ejercicios, se pueden realizar principalmente dos operaciones: 1) elegir uno de los programas de ejercicios preestablecidos y 2) diseñar un programa de ejercicios de forma personalizada. Por defecto, al acceder a esta pantalla siempre aparecerá el primer programa del cuadro clínico elegido.

1. Elegir uno de los programas preestablecidos (**Figura 4**). Al hacer clic sobre el programa elegido, aparecerán en la zona central de la pantalla todos los ejercicios que forman parte de este programa y en el área de selección se verán todos los nombres de los ejercicios seleccionados. Se pueden eliminar los ejercicios incluidos en el área de selección haciendo clic en la misma casilla de selección o bien modificarlos pulsando en la imagen o en el nombre del ejercicio y cambiando los parámetros seleccionados (número de series o repeticiones).

2. Diseñar un programa de ejercicios personalizado (**Figura 5**). Al pulsar con el ratón sobre la pestaña Ejercicios podemos crear un programa de ejercicios personalizado. Al hacer clic sobre el grupo elegido de la clasificación de ejercicios: movilidad, fortalecimiento, estiramiento..., aparecerán en pantalla todos los ejercicios que forman ese grupo. Haciendo clic en la casilla de selección, se eligen los ejercicios que se desea incluir en el programa personalizado. Cada ejercicio seleccionado se va añadiendo en el área de selección, que permite ver cómo se va configurando el programa. También se puede elegir el número de series y/o de repeticiones para cada ejercicio.

Tanto si se ha elegido la opción Programas como si se ha creado un programa personalizado, todos los ejercicios apa-

recen incluidos en la cesta de selección y se pueden imprimir haciendo clic en el botón “Generar pdf” (**Figura 6**).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestro objetivo ha sido diseñar una herramienta que facilite la aplicación de los avances científicos al tratamiento con programas de ejercicios de diversas afecciones muy frecuentes de la región del tobillo, es decir, trasladar a la práctica clínica los resultados de la investigación en este campo.

Las características más importantes de la aplicación son las siguientes: es accesible a través de la web (no precisa instalar ningún programa en el ordenador); es interactiva (el usuario puede modificar el programa de ejercicios y adaptarlo a las características de cada paciente); está basada en la mejor evidencia científica disponible; resulta sencilla de utilizar; tiene capacidad para generar folletos gráficos, que se pueden entregar al paciente, y es gratuita, de acceso libre.

Aunque hay otras aplicaciones informáticas que permiten el diseño de ejercicios para las patologías de tobillo, tienen varias limitaciones: no suelen ser gratuitas (www.physiotools.com y www.therehablab.com, entre otras), la mayor parte está en inglés (www.exrx.net/Lists/Directory.html) y ninguna realiza una revisión planificada de la evidencia científica ni justifica con datos científicos la selección de los ejercicios que propone. Todas las aplicaciones interactivas que hemos localizado y que permiten un alto nivel de personalización al diseñar el programa de ejercicios, requieren suscripción.

Como conclusión, hay que destacar que los programas de ejercicios son uno de los pocos tratamientos que reúnen las tres características de lo que se considera un tratamiento ideal: es eficaz (cada vez hay más ECCA que demuestran su eficacia), prácticamente no genera efectos secundarios y resulta barato, pues los programas de ejercicios que se han mostrado más útiles no requieren habitualmente ningún tipo de material caro o sofisticado. Una vez instruido correctamente, el paciente puede realizarlos de forma independiente.

Cualquier iniciativa que facilite su correcta prescripción, puede suponer un importante beneficio para muchos pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Magnussen RA, Dunn WR, Thomson B. Nonoperative treatment of midportion achilles tendinopathy: a systematic review. *Clin J Sport Med* 2009; 19: 54-64.
2. Silbernagel KG, Thomee R, Thomee P, et al. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain – a randomized controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 197-206.

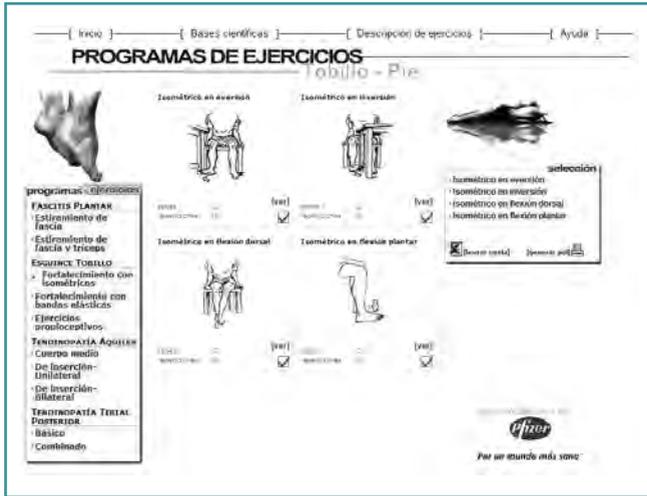


Figura 4. Elección de uno de los programas preestablecidos. Aparecen en la zona central de la pantalla todos los ejercicios que forman parte del programa y en el área de selección se ven todos los nombres de los ejercicios seleccionados.

Figure 4. Selection of one of the pre-established programmes. The mid-zone of the screen shows all the exercises comprising the programme, and the selection area shows the names of all the selected exercises.

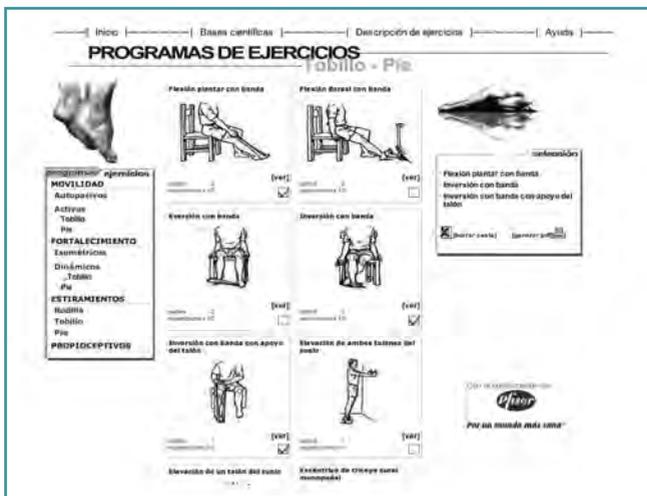


Figura 5. Diseño de un programa de ejercicios personalizado. Se elige un grupo de clasificación de ejercicios (movilidad, fortalecimiento, estiramientos o propioceptivos). Aparecen en la zona central de la pantalla todos los ejercicios que forman parte de ese grupo y en el área de selección se ven todos los nombres de los ejercicios seleccionados.

Figure 5. Design of a customized exercises programme. A classification group of exercises is first selected (mobility, strengthening, stretching, proprioception). The mid-zone of the screen shows all the exercises in that particular group, and the selection area shows the names of all the selected exercises.

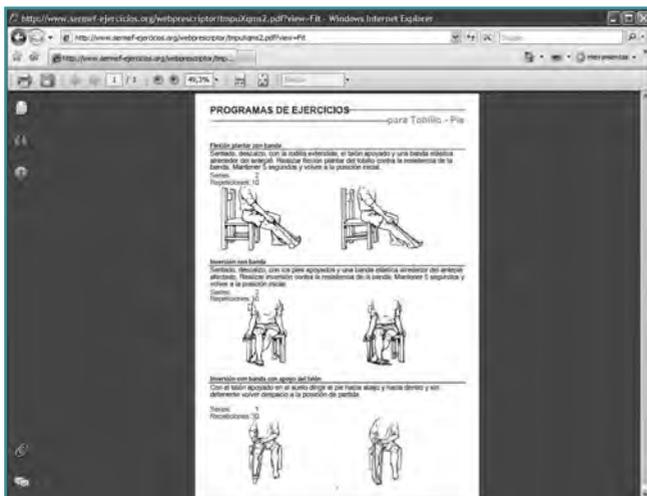


Figura 6. Documento en formato pdf del programa elegido o diseñado. Todos los ejercicios seleccionados, tanto si se ha elegido la opción programas como si se ha creado un programa personalizado, se pueden imprimir.

Figure 6. Pdf-format document of the selected or designed programme. All the selected exercises may be printed, both in the pre-established programme and in the customized designed programme options.

3. Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 19: 42-7.
4. Mayer F, Hirschmueller A, Muller S, et al. The effects of short-term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. *Br J Sport Med* 2007; 41: e6.
5. Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007; 35: 374-83.
6. Niesen-Vertommen SL, Taunton JE, Clement DB, et al. The effect of eccentric versus concentric exercises in the management of Achilles tendonitis. *Clin J Sport Med* 1992; 2: 109-13.
7. Van der Wees PJ, Lenssen AF, Hendriks EJ, et al. Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in ankle sprain and functional instability: a systematic review. *Aust J Physiother* 2006; 52: 27-37.
8. Webster KA, Gribble PA. Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review. *J Sport Rehabil* 2010; 19: 98-114.
9. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *J Athl Train* 2008; 43: 305-15.
10. DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, et al. Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A: 1270-7.
11. Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Malay DP, et al. Plantar fascia-specific stretching exercise improves outcomes in patients with chronic plantar fasciitis. A prospective clinical trial with two-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 1775-81.
12. Kulig K, Reischl SF, Pomrantz AB, et al. Nonsurgical management of posterior tibial tendon dysfunction with orthoses and resistive exercise: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2009; 89: 26-37.
13. McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, et al. Heel pain--plantar fasciitis: clinical practice guidelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008; 38: A1-18.
14. Thomas JL, Christensen JC, Kravitz SR, et al. The diagnosis and treatment of heel pain: a clinical practice guideline-revision 2010. *J Foot Ankle Surg* 2010; 49 (3 Suppl): S1-19.