

Valoración del daño corporal en personas afectadas de secuelas neurológicas

Assessment of damage in affected persons with neurological sequelae

Peña-Pitarch E ¹, Tico-Falguera N ²

¹ Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (UPC), Manresa. Barcelona. España. ² Xarxa Assistencial Althaia, Manresa. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Mostrar un nuevo sistema para simular la recuperación inicial de las funciones de la extremidad superior los primeros días después del ictus y simular la recuperación funcional de los pacientes bajo los programas de rehabilitación.

Pacientes y metodología: Seleccionamos 29 pacientes en los primeros cuatro días después de padecer un ictus, valorados a los tres y siete días y uno, tres y seis meses, recogiendo tipo de ictus, clasificación (escala de Oxford), déficit neurológico (escala de NIHSS), medidas de discapacidad, valoración de la función motora de la extremidad superior (escala de Fugl-Meyer), tono muscular y balance muscular de la extremidad superior.

Resultados: Los pacientes que presentaron un tono muscular disminuido tuvieron más dificultad en mejorar el control motor de las articulaciones de la extremidad superior. Los pacientes TACI presentaron mayor déficit neurológico, mientras que los tipos de ictus POCI y LACI tenían una función motora mejor con mayor independencia para el desarrollo de sus actividades de la vida diaria.

Conclusión: La simulación virtual del brazo y la mano en pacientes afectados por un ictus proporciona a los médicos y fisioterapeutas una nueva herramienta que permite simular la evolución de los déficits en algunos pacientes.

Palabras clave:

Ictus, extremidad superior, simulación, recuperación.

Abstract

Objective: To show a new system in order to simulate the initial recovery of the functions of the upper extremity the first days after a stroke and to simulate the functional recovery of patients under the rehabilitation programs.

Patients and methods: We selected 29 patients in their first four days after suffering a stroke. They were evaluated at three and seven days as well as at one, three and six months, and data was collected on types of stroke classification (Oxford scale), neurological deficit (NIHSS scale), disability measures, assessment of motor function of the upper extremity (Fugl-Meyer scale), muscle tone and balance of the upper extremity.

Results: The patients with low muscle tone had a harder time improving Motor control of the upper extremity joints. TACI patients showed a higher neurological prevalence, whereas those patients with kind of strokes LACI and POCI had a better motor function more independently for the development of their activities of daily living.

Conclusion: The virtual simulation of arms and hands in patients with a stroke provides doctors and physiotherapists a new tool to simulate the evolution of deficits in some patients.

Key words:

Stroke, upper extremity, simulation, recovery.

Correspondencia

E Peña-Pitarch
Av. Bases de Manresa, 61-73. 08242 Manresa. Barcelona. España.
e-mail: esteban.pena@upc.edu

Introducción

El ictus es un síndrome caracterizado por una rápida presentación de signos de alteración focal o global de la función cerebral, con una duración superior a 24 horas o que causa la muerte, sin otra etiología aparente que la vascular [1]. El ictus es la segunda causa de muerte y la primera de discapacidad en los países occidentales y su importancia va creciendo a medida que la población va envejeciendo. Se estima que el 50% de los supervivientes a un ictus presenta algún tipo de déficit residual por el cual requerirá asistencia en las actividades de la vida diaria (AVD) [2].

Establecer un pronóstico funcional precoz en el paciente que ha sufrido un ictus permite no solo transmitir esta información al paciente y a sus familiares, sino también decidir correctamente el tipo de programa rehabilitador a seguir y estratificar grupos de pacientes con pronósticos homogéneos para facilitar la investigación. La mayoría de estudios sobre la evolución y pronóstico funcional de los pacientes que han sufrido un ictus están centrados en la evaluación de la recuperación global, que abarca sobre todo la marcha y la realización de las AVD.

El objetivo de nuestro estudio es mostrar un nuevo sistema para simular la recuperación inicial de las funciones de la extremidad superior los primeros días después del ictus y la recuperación funcional de los pacientes en los programas de rehabilitación.

Pacientes y metodología

Efectuamos un estudio longitudinal y prospectivo de pacientes ingresados en un servicio de neurología de un hospital de agudos por afectación de la movilidad de la extremidad superior (ES), secundaria a un ictus agudo. Los criterios de inclusión fueron pacientes afectados de paresia de la ES secundaria a ictus agudo de menos de cuatro días de evolución y mayores de 18 años de edad; sin historia previa de ictus o secuelas motoras por otras enfermedades neurológicas o osteoarticulares que pudieran justificar una discapacidad previa. Los criterios de exclusión fueron pacientes que fueran difíciles de localizar al alta hospitalaria para asegurar un correcto seguimiento o falta de consentimiento informado del paciente o cuidadores para participar en el estudio.

Se incluyeron 29 pacientes, de los cuales uno falleció al mes de haber sufrido el ictus. La edad media fue de 72 años, con una desviación típica de 12 años, siendo 10 mujeres y 19 hombres. El 86,2 % de los ictus fue isquémico y el resto hemorrágico, siendo la etiología más frecuente la aterotrombótica (79,3 %).

Las valoraciones se realizaron a los tres y siete días, uno, tres y seis meses del ictus agudo. En la valoración inicial se recogieron las variables de valor pronóstico funcional y demográfico: sexo, edad, tipo de ictus (isquémico o hemorrágico), la clasificación de Oxford [3] y la escala de NIHSS [4]. En esta primera valoración, y en las posteriores también, se recogieron las variables que medían la función motora en función a la discapacidad, con la escala del Índice de Barthel (IB) [5] y la escala de resultados de Rankin [6]. Para valorar el control motor de la ES se utilizó la escala de Fugl-Meyer (FM) [7]; también se valoró el tono muscular con la escala de Ashworth [8] y el balance muscular para cada articulación de la ES según la escala de graduación de la fuerza del Medical Research Council [9].

Simulación

Para la simulación de los diferentes estados de cada paciente se utilizó un modelo de mano con 25 grados de libertad (DOF), con el fin de aplicar tanto la cinemática directa como la inversa (Figura 1). Para el conjunto de miembro superior se empleó un modelo con 29 DOF con una implementación en modelo tridimensional (Figura 2).

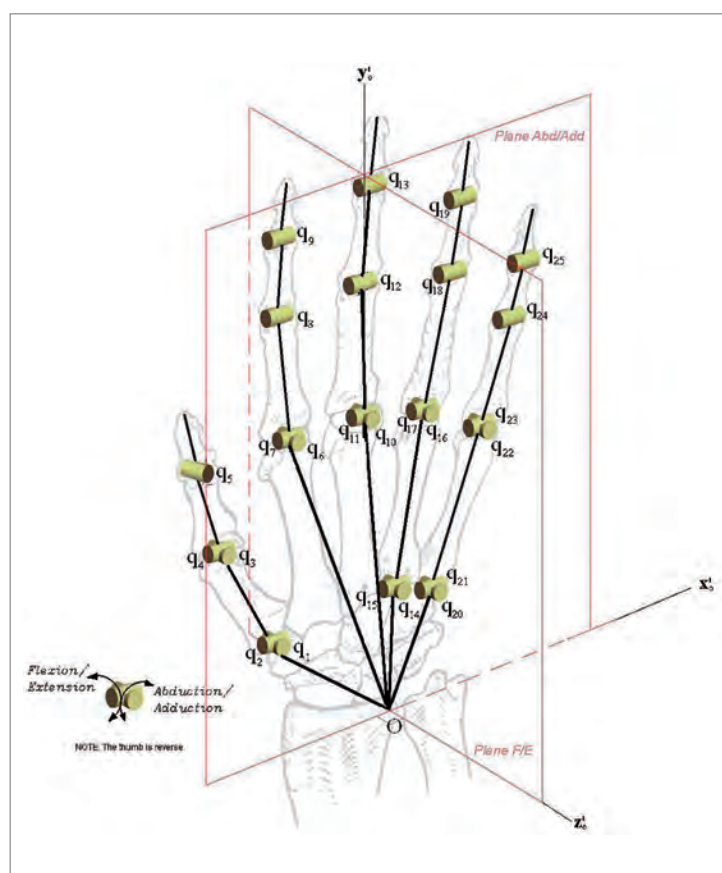


Fig. 1. Modelo con 25 DOF. Vista posterior de la mano derecha.

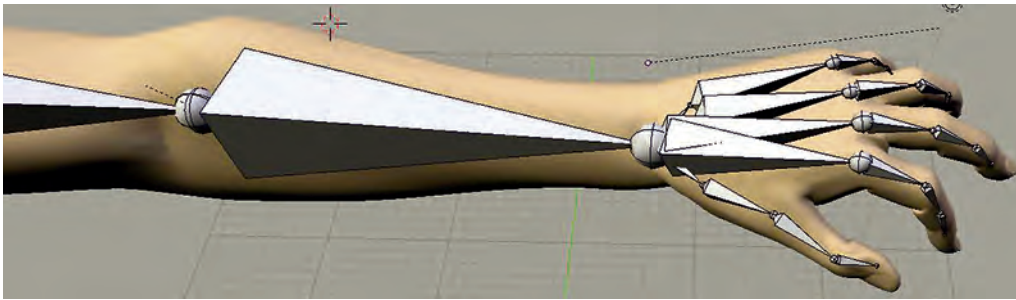


Fig. 2. Esquema modelo brazo y mano con 29 DOF. Mano izquierda.

La formulación matemática aplicada al modelo fue el vector posición, definido por $\mathbf{p}(\mathbf{q}^i)$ y con respecto al sistema de coordenadas locales [10]:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{p}(\mathbf{q}^i) \\ 1 \end{bmatrix} = {}^0 A_1 A_2 \dots A_n \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

donde $\mathbf{q}^i = [q_1 \dots q_n]^T$ $i = \text{I, II, III, IV, V}$, siendo I el dedo gordo, II el índice, etc., con dos i para la muñeca y dos para el codo, donde n representa el máximo número de grados de libertad considerados, en este caso, como máximo $n=29$.

Para un sistema de coordenadas global situado en el hombro, el vector posición es:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{w}(\mathbf{q}^i) \\ 1 \end{bmatrix} = [{}^0 \mathbf{H}_i] \begin{bmatrix} \mathbf{p}(\mathbf{q}^i) \\ 1 \end{bmatrix}$$

La comparación del valor de las escalas neurológicas, variable cuantitativa con variables cualitativas se realizó mediante el test de ANOVA. El nivel de significación estadística fue $p < 0,05$. Para el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS versión 18.

Resultados

Según la clasificación de Oxford, el tipo de ictus más frecuente en nuestra población fue el infarto lacunar (LACI) en el 51,72% de los casos, seguido del infarto parcial de la circulación anterior (PACI) en el 24,13% de la muestra, el infarto total de la circulación anterior (TACI) en el 13,80% y el infarto de la circulación posterior (POCI) en el 10,35%.

Los pacientes que presentaron un tono muscular disminuido tuvieron más dificultad para mejorar el control motor de las articulaciones de la ES.

Las siguientes figuras muestran la simulación obtenida con el modelo propuesto y los datos obtenidos de las tablas de valoración (Figuras 3 y 6).



Fig. 3. Paciente en un control a los tres meses, con buena evolución. Escala Fugl-Meyer de 56.



Fig. 4. El mismo paciente mostrando más exactitud de agarre cuando no requiere tanta garra fina.



Fig. 7. Paciente que no presenta ninguna evolución, no tiene control motor voluntario. Fugl-Meyer inicial y final de 4.

La escala de Fugl-Meyer da una valoración del control motor de la extremidad superior, con un valor inferior de 0 indicando un nulo control motor y un valor superior de 66 indicando un control motor normal para la extremidad superior. La Figura 7 muestra una paciente que no ha presentado una buena evolución motora de su extremidad superior.

La simulación de dos pacientes sin pérdida de generalidad pudo extenderse a cada uno de los otros pacientes (Figura 5) (Figura 6). Los pacientes afectados de TACI obtuvieron una puntuación más alta en la escala de NIHSS y más baja en la escala FM y en el IB con respecto a los otros tipos de ictus. Es decir, los TACI presentaron un mayor déficit neurológico, es decir, un ictus más grave, mientras que los tipos de ictus POCI y LACI tuvieron mejor función motora y una independencia más elevada para el desarrollo de sus AVD (Figura 8) (Figura 9) (Figura 10).

I Discusión

Los diferentes tipos de déficits y secuelas en las extremidades superiores que afectan a las AVD, en pacientes que han sufrido un ictus, se han analizado desde un punto de vista clínico subjetivo a partir de valoraciones clínicas y funcionales. El pronóstico de recuperación del paciente depende de muchos factores, entre ellos el programa de rehabilitación individualizado que se le establece y la propia colaboración del paciente, sin que él pueda conocer objetivamente el resultado de esta rehabilitación.

Diferentes estudios evidencian que el pronóstico funcional de la extremidad superior depende básicamente de la aparición del control motor en dicha extremidad y del balance muscular a nivel de hombro, y sobre todo en mano, valorados en los primeros días después del ictus [11-13]. Se

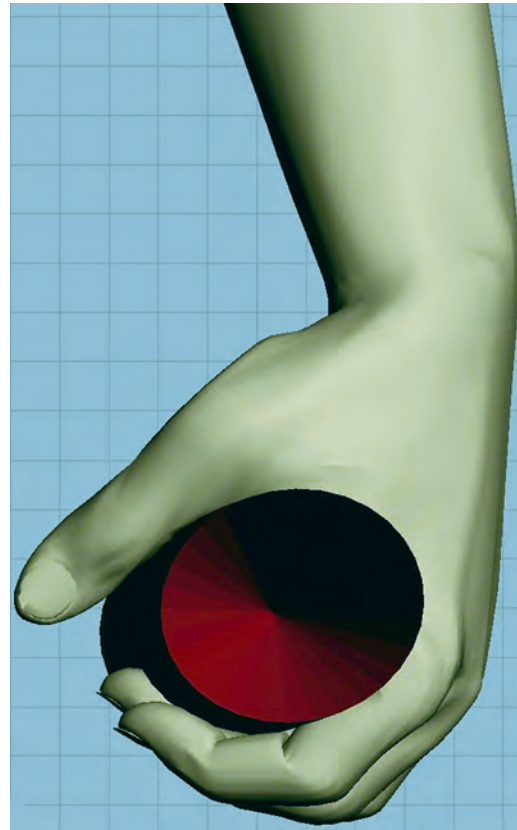


Fig. 5. Simulación de la mano mostrada en la figura 3.

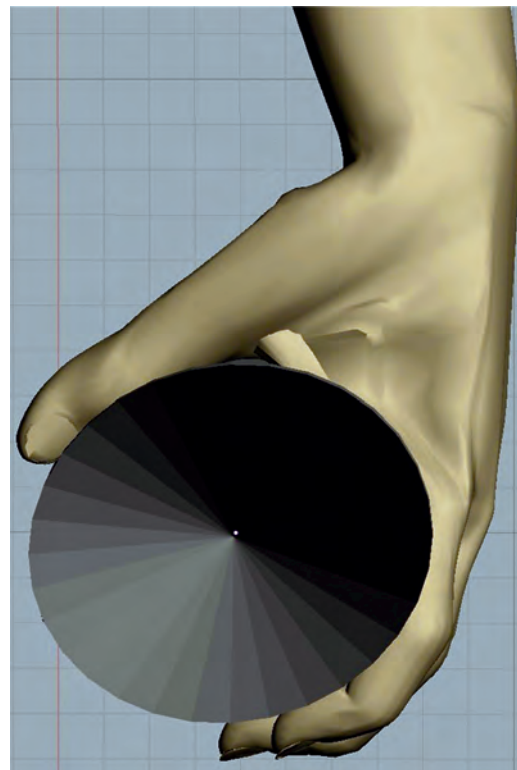


Fig. 6. Simulación de la mano mostrada en la figura 4.

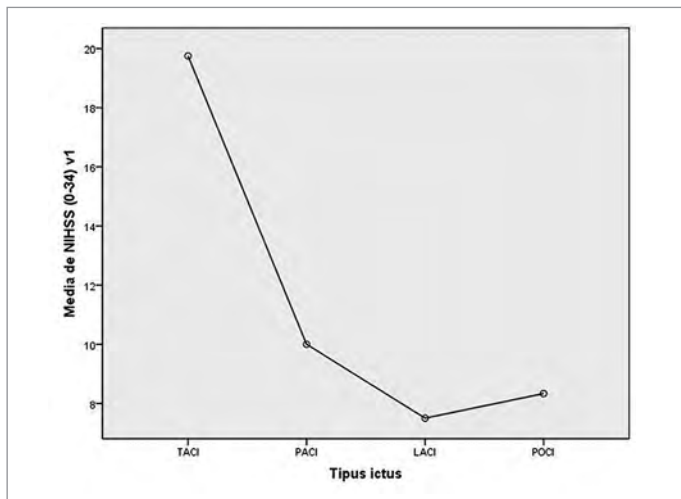


Fig. 8. Gráfico de las medidas de NIHSS vs tipo de ictus.

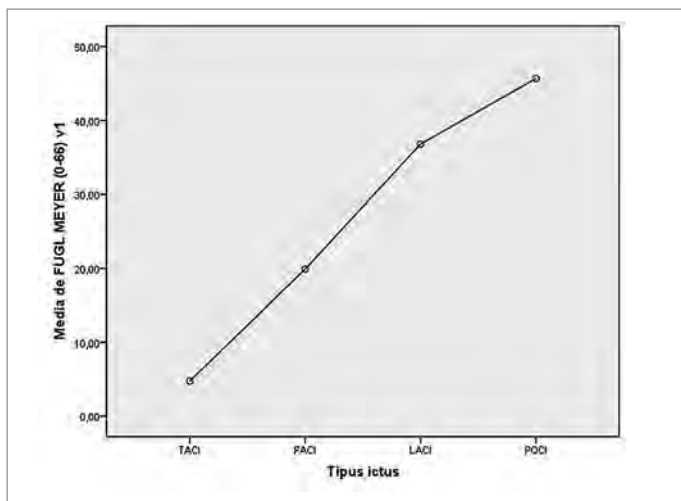


Fig. 9. Gráfico de las medidas de Fugl-Meyer vs tipo de ictus.

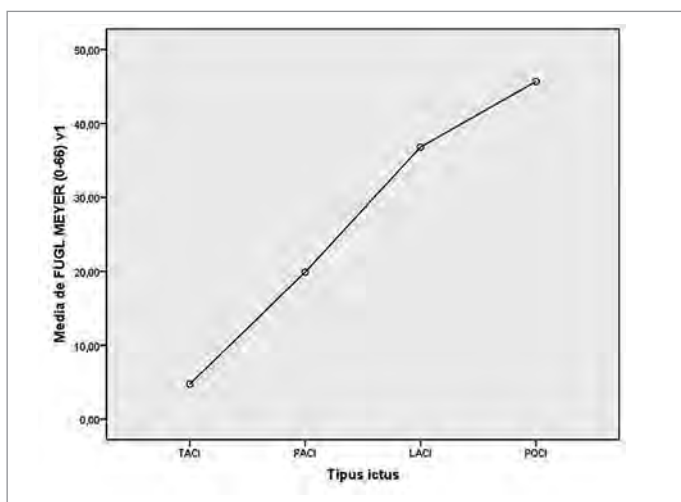


Fig. 10. Gráfico de las medidas de índice de Barthel vs tipo de ictus.

ha utilizado el diagnóstico por la imagen [14][15] y los potenciales evocados motores para predecir un pronóstico de la función de la ES [16][17], pero no se utilizan habitualmente en la clínica. También se han incorporado los análisis cinéticos y cinemáticos como soporte y complemento de las valoraciones clínicas [18][19].

La simulación del cuerpo humano [20][21] puede ser otra herramienta de interés todavía poco empleada. Estas simulaciones sirven para establecer un pronóstico funcional en los primeros días de ingreso y para confeccionar programas de rehabilitación personalizados, además de para diseñar herramientas y utensilios que aumenten la independencia de estos pacientes.

Con este trabajo se pretende crear unas herramientas de simulación específicas para este tipo de personas. La simulación de personas afectadas de secuelas neurológicas no es un problema trivial, puesto que cada paciente presenta una afectación diferente, con unos patrones de recuperación marcados por la lesión neurológica y unos factores clínicos predictivos valorados de forma subjetiva con unas escalas de valoración clínica; también intervienen los ángulos máximos y mínimos, que dependen en gran parte de las escalas de valoraciones clínicas antes mencionadas. Por otro lado, la simulación de estas personas afectas de déficits neurológicos abre un nuevo mundo de posibilidades para la simulación. Aunque el problema de simulación del agarre en personas sanas en la comunidad dedicada a dicha simulación está muy avanzado, que no resuelto, no debemos olvidar que existe un abanico de diferentes patologías.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, pero todavía queda mucho trabajo por hacer, como es la introducción de la musculatura en el modelo y cómo relacionar esta con las diferentes tablas de valoración clínica. Otro trabajo interesante, bajo el humilde punto de vista de los autores, lo constituye la posibilidad de ofrecer a los médicos unas tablas de valoración del daño corporal que sean del todo objetivas. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud, 2007 (Internet). (acceso 10 septiembre 2007). The Atlas of disease cardiovascular and stroke. <http://who.int/home-page/index.es.shtml>.
2. Wolfe CD. The impact of stroke. Br Med Bull 2000; 56:275-86.
3. Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Burn J, Warlow C. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. Lancet 1991; 337:1521-6.

4. Goldstein LB, Bertels C, Davis JN. Interrater reliability of the NIH stroke scale. *Arch Neurol* 1989; 46:660-2.
5. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J* 1965; 14:61-5.
6. Wolfe CD, Taub NA, Woodrow EJ, Burney PG. Assessment of scales of disability and handicap for stroke patients. *Stroke* 1991; 22:1242-4.
7. Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975; 7:13-31.
8. Ashworth B, Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67:206-7.
9. Medical Research Council. Aids to examination of the peripheral nervous system. London: HMSO. 1976.
10. Peña-Pitarch E, Yang J, Abdel-Malek K. SANTOSTM Hand: A 25 degree-of-freedom model. SAE International, DHM. Iowa City June 2005; p.1-7.
11. Kwakkel G, Kollen B. Predicting improvement in the upper paretic limb after stroke: a longitudinal prospective study. *Restor Neurol Neurosci* 2007; 25:453-60.
12. Mirbagheri MM, Rymer W. Time-course of changes in arm impairment after stroke: variables predicting motor recovery over 12 months. *Arch Phys Med Rehabil*; 2008; 89:1507-13.
13. Nijland RH, Van Wegen EE, Harmeling-Van der Wel BC, Kwakkel G, EPOS Investigators. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the EPOS cohort study. *Stroke* 2010; 41:745-50.
14. Binkofski F, Seitz RJ, Hacklander T, Pawelec D, Mau J, Freund HJ. Recovery of motor functions following hemiparetic stroke: a clinical and magnetic resonance-morphometric study. *Cerebrovasc Dis* 2001; 11:273-81.
15. Pineiro R, Pendlebury ST, Smith S, Flitney D, Blamire AM, Styles P, *et al.* Relating MRI changes to motor deficit after ischemic stroke by segmentation of functional motor pathways. *Stroke* 2001; 31:672-9.
16. Hendricks HT, Pasman JW, Van Limbeek J, Zwarts MJ. Motor evoked potentials in predicting recovery from upper extremity paralysis after acute stroke. *Cerebrovasc Dis* 2003; 16:265-71.
17. Nascimbeni A, Gaffuri A, Imazio P. Motor evoked potentials: prognostic value in motor recovery after stroke. *Funct Neurol* 2006; 21:199-203.
18. Castiello U. The neuroscience of grasping. *Nat Rev Neurosci* 2005; 6:726-36.
19. Lang CE, Wagner JM, Edwards DF, Sahrman SA, Dromerick AW. Recovery of grasp versus reach in people with hemiparesis poststroke. *Neurorehabil. Neural Repair* 2006; 20:444-54.
20. Badler NI, Phillips CB, Webber BL. Simulating humans: computer graphics, animation, and control. Oxford Univ. Press. 1993.
21. Abdel-Malek K, Yang J, Marler RT, Beck S, Mathai A, Zhou S *et al.* Towards a new generation of virtual humans: Santos. *Int J Human Fact Model Simul* 2006; 1:2-39.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.