

Modelos de predicción funcional en el accidente vascular cerebral

J.F. SANTOS-ANDRÉS, S. ABOU-HLAIS, J.J. AGUILAR-NARANJO,
S. RÓDENAS-MARTÍNEZ Y T. USABIAGA-BERNAL

Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Universitario Juan XXIII. Tarragona.

Resumen.—*Objetivo.* Analizar modelos de predicción del estado funcional tras un accidente cerebrovascular agudo.

Estrategia de búsqueda. Se procede al análisis de los modelos publicados entre 1999 y 2005 obtenidos por Medline, comunicaciones y tesis doctorales a nivel nacional.

Selección de estudios y de datos. Se han considerado como criterios de inclusión el que los modelos de accidente cerebrovascular isquémico o hemorrágico pronostiquen el resultado funcional. Se han excluido los modelos de accidente cerebrovascular transitorio, hemorragia subaracnoidea y los que predicen la mortalidad o supervivencia.

Se han analizado los factores que forman parte de los modelos y el grado de predicción.

Síntesis de resultados. Se obtuvieron 24 variables predictoras en los 28 modelos seleccionados. La capacidad funcional inicial está presente en todos ellos, siendo la medida de la independencia funcional la forma más frecuente de valorarla (32%). Se puede dar un pronóstico entre la segunda y la cuarta semana en 13 modelos y se miden los resultados a los 6 meses en el 36%. El método estadístico que más se emplea es el de regresión logística, y se obtiene un valor de predicción superior al 80% en 11 modelos.

Conclusiones. Múltiples factores son los que determinan el pronóstico funcional del accidente cerebrovascular agudo, sin encontrar mucha coincidencia en las variables que determinan el resultado. El grado de discapacidad previa, el déficit en la primera exploración o momento de realizar el pronóstico, unido a otros factores como la edad, el soporte social y vivir en pareja, influyen en el resultado funcional y en la institucionalización del paciente.

Palabras clave: pronóstico, resultado funcional, accidente cerebrovascular, modelo estadístico.

Correspondencia:

José F. Santos-Andrés.
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Hospital Universitario Juan XXIII.
C/ Doctor Mallafré Guash, 4.
43007 Tarragona. España.
Correo electrónico: jfsantos@hjjxxiii.scs.es

Trabajo recibido el 24-8-05. Aceptado el 31-3-06.

FUNCTIONAL PREDICTION MODELS IN CEREBROVASCULAR ACCIDENT

Summary.—*Objective.* Analyze prediction models of the functional state after acute cerebrovascular accident.

Search strategy. Analysis of the models published between 1999 and 2005 obtained by Medline, communications and doctorate theses nationwide was done.

Selection of studies and data. Inclusion criteria have been considered that the ischemic or hemorrhagic cerebrovascular accident models prognosticate the functional result. Transient cerebrovascular accident, subarachnoid hemorrhaging models and those that predict mortality or survival have been excluded.

The factors that form a part of the models and prediction grade have been analyzed.

Synthesis of results. A total of 24 predictor variables were obtained in the 28 models selected. The initial functional capacity is present in all of them, the Measure of Functional Independence being the most frequent way of evaluating it (32%). Prognosis can be made between the second and fourth week in 13 models and the results measured at 6 months in 36%. The statistical method used most is the logistic regression and a predictive value greater than 80% is obtained in 11 models.

Conclusions. Multiple factors are those that determine the functional prognosis of acute cerebrovascular accident, without finding much coincidence in the variables that determine the result. The grade of previous incapacity, deficit in the first examination or time of making the prognosis, together with other factors such as age, social support and living with a partner, influence the functional result and institutionalization of the patient.

Key words: prognosis, functional result, cerebrovascular accident, statistical model.

OBJETIVO

El accidente vascular cerebral (AVC) es el principal responsable de la discapacidad física grave en la persona adulta en los países industrializados y, aunque se ha

observado un descenso de la mortalidad por esta causa, la discapacidad que presentan estos pacientes va en aumento¹.

La afectación funcional producida por el AVC es consecuencia de la severidad, duración, localización y extensión del daño cerebral, sobre el que influyen otros factores.

En la práctica diaria la experiencia clínica del médico rehabilitador le permite relacionar la información de la historia clínica, de la exploración, de las características del paciente y su entorno para realizar un pronóstico funcional subjetivo, no cuantificable. Durante las últimas décadas se ha evolucionado hacia la búsqueda de métodos que permitan un pronóstico más objetivo y cuantificable. Disponer de información sobre el resultado funcional del AVC ayuda en la toma de decisiones sobre el tratamiento, determinación de objetivos e intensidad del programa terapéutico y la planificación del alta, todo ello dirigido a mejorar la eficiencia del tratamiento. Pero conocer el futuro funcional de un proceso tan heterogéneo como el AVC es difícil, por lo que existen numerosos estudios científicos que han evaluado múltiples factores y su combinación en modelos de predicción.

A finales de los años setenta el estudio Framingham² estableció que a los 6 meses del ictus alrededor del 20-30 % de los pacientes habían fallecido, el 20-30 % tenían de moderada a severa discapacidad, el 20-25 % de leve a moderada y el resto se recuperaban completamente. En el estudio Perth³ se observó que uno de cada 5 pacientes sobrevivía a los 10 años, siendo la mortalidad dos veces superior a la esperada para la población general. El estudio Copenhagen⁴ encuentra que, de 1.197 pacientes, el 21 % murieron en los primeros 6 meses y de los supervivientes, después de realizar rehabilitación, el 64 % volvieron a su domicilio.

La relación estadística de criterios clínicos, antecedentes, características de los pacientes, imágenes cerebrales y tratamientos realizados, constituye lo que denominamos modelo de predicción. Esta combinación matemática de datos permite conocer el pronóstico con determinado grado de estimación, es decir, proporciona una sensibilidad, una especificidad y un valor de predicción del modelo. El método habitualmente empleado es el modelo de regresión, que predice la respuesta o resultado en nuevos sujetos con el mínimo error posible. Por medio de una ecuación se seleccionan las variables que permiten minimizar la varianza

residual. Los criterios para seleccionar estas variables dependen del objetivo. Se debe partir de un modelo máximo que incluya todas las variables que, teóricamente, puedan ser relevantes para posteriormente eliminar aquellas que no modifican el resultado o son redundantes. Los modelos pueden ser de dos tipos, de regresión lineal múltiple y de regresión logística.

En la regresión lineal múltiple se relaciona una variable dependiente continua con varios factores independientes, que pueden ser tanto cuantitativos como categóricos. En la regresión logística se relaciona una variable dependiente categórica, normalmente binaria, con variables independientes cuantitativas y/o binarias. Este modelo se comporta de forma parecida a una prueba diagnóstica, pudiendo determinarse la precisión del modelo según se puede ver en la tabla 1. Ambos modelos permiten introducir variables de ajuste para controlar aquellos factores que originan confusión o interacción entre las variables independientes y la dependientes⁵.

Los modelos difieren según la predicción que realizan, y pueden pronosticar la supervivencia, la independencia para vivir en la comunidad, el riesgo de institucionalización, el nivel funcional que alcanzará o grado de discapacidad, etc.

El propósito de la presente revisión es el análisis de los modelos matemáticos que pronostican las secuelas funcionales de un paciente que ha sufrido un AVC, valorando los factores que determinan el resultado, la forma de medir la situación funcional, el momento de realizar el pronóstico y el grado de predicción.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se analizan todos los modelos matemáticos que predicen la evolución después de sufrir un AVC, publicados entre 1999 y 2005 y obtenidos mediante una búsqueda por Medline, así como comunicaciones realizadas en los Congresos Nacionales de la especialidad y tesis doctorales leídas en el ámbito nacional en los últimos 5 años. Las palabras claves utilizadas para realizar la búsqueda han sido: modelos estadísticos, modelos neurológicos, regresión logística, modelos de probabilidad, pronóstico, resultado en el ictus, enfermedades cerebrovasculares e infarto cerebral (*statistical models; neurological models; logistic model; probabilistic model; prognosis; stroke outcome; cerebrovascular disorders; brain stem infarction*).

TABLA 1. Definición y cálculo de los parámetros para determinar la precisión del modelo

Sensibilidad	$(VP/[VP + FN]) \times 100 = (\% \text{ de p con mala función final y con MP})$
Especificidad	$(VN/[FP + VN]) \times 100 = (\% \text{ de p con buena función final y con BP})$
Valor predictivo+	$(VP/[VP + FP]) \times 100 = (\% \text{ de p con MP y mala función final})$
Valor predictivo-	$(VN/[VN + FN]) \times 100 = (\% \text{ de p con BP y buena función final})$

VP: verdadero positivo; FN: falso negativo; VN: verdadero negativo; FP: falso positivo; p: paciente; BP: buen pronóstico; MP: mal pronóstico.

SELECCIÓN DE ESTUDIOS

La selección de los modelos se ha basado en los siguientes criterios de inclusión: que pronosticaran un resultado funcional y que los AVC fueran de causa isquémica o hemorrágica. Se excluyeron los modelos de AVC transitorios, hemorragias subaracnoideas y los que predecían mortalidad o supervivencia.

SELECCIÓN DE DATOS

Se realiza el análisis de los siguientes conceptos:

1. Etiología. Se determina si el modelo está confeccionado para AVC isquémico o hemorrágico o para ambos, considerando esto último si no figura expresamente.

2. Tipo de estudio. Según el estudio llevado a cabo para determinar el modelo, se clasifican en prospectivo y retrospectivo. Por otra parte, se considera si son multicéntricos o no.

3. Número de pacientes sobre los que se determina el modelo, divididos en:

- De 20 a 100.
- De 100 a 500.
- Más de 500.

4. Tipo de predicción. Según el pronóstico que realiza el modelo se clasifican en:

- Nivel funcional o discapacidad alcanzada medida por una escala.
- Independencia para vivir de nuevo en la comunidad.
- Riesgo de institucionalización.
- Riesgo de demencia.

5. Momento en que se realiza la predicción. Se agrupan en aquellos que la realizan:

- Durante la primera semana después del ictus.
- Entre el día 8 y el 30.
- Después del primer mes.
- Al ingreso en Rehabilitación, sin que se precise el momento en que sucede.

6. Momento de medir el resultado de la predicción. Se dividen entre los que predicen el resultado al alta de Rehabilitación, a los 3 meses, a los 6, a los 10 y al año.

7. Variables predictoras. Se procede al análisis de la frecuencia de aparición de los factores que están incluidos en los modelos, como son la edad, el sexo, la capacidad funcional inicial, el nivel de conciencia, los antecedentes, el volumen de la lesión, la discapacidad previa, la incontinencia, el aislamiento social, el déficit neurológico, etc.

8. El método estadístico que se ha utilizado para la confección del modelo se clasificó en regresión lineal múltiple o logística.

9. Grado de predicción. En la regresión lineal múltiple se realiza por el valor del coeficiente de determinación (R^2) que oscila entre 0 y 1 y representa la proporción de la variación total explicada. Un valor cercano a 1 indicaría que el conjunto de variables independientes del modelo predicen de forma exacta la variable dependiente (resultado), por lo que lo dividimos en mayores que 0,8, entre 0,6 y 0,8 y menores que 0,6. Los modelos por regresión logística se clasifican por el valor predictivo superior a 80 y entre 70 y 80. La curva *Relative Operating Curve* (ROC) se obtiene al representar la sensibilidad y la especificidad de la ecuación para todos los posibles puntos de corte. El mejor modelo es aquel cuya área bajo dicha curva (AUC) es más grande, es decir, próximo a 1 (sensibilidad y especificidad próximos a 1)⁶⁻⁹.

10. Se determina si el modelo está validado o no. Consideramos que está validado tanto si se hace por el método de muestra partida, es decir, obtención del modelo en una parte de la muestra y validación en el resto de los pacientes, o por la validación en otro lugar y población de AVC.

11. Si figura, explícitamente, si habían realizado o no un programa de rehabilitación.

SÍNTESIS DE RESULTADOS

Las características de los 28 modelos analizados¹⁰⁻³² se pueden ver en la tabla 2, donde observamos que la mayoría pronostica el resultado del AVC de causa isquémica o hemorrágica. La muestra de pacientes sobre los que se construyen los modelos es, habitualmente, entre 100 y 500 pacientes, aunque hay 6 estudios que superan esta cifra. Aproximadamente el 46 % de los modelos determinan el pronóstico entre la segunda y la cuarta semana después del ictus.

En la tabla 3 se observan los 24 factores que intervienen en el pronóstico y la frecuencia con que están presentes. Sólo la capacidad funcional inicial está en todos, aunque valorada de diferentes formas, siendo la medida de la independencia funcional (FIM) la que se utiliza con mayor frecuencia. La edad es el siguiente factor que se repite, estando presente en 17 modelos (60,7 %).

El método estadístico que más se emplea es el de regresión logística (71 %), que permite obtener valores de predicción superiores al 80 % en 11 modelos (tabla 4).

El momento de medir el resultado varía considerablemente, siendo lo más frecuente a los 6 meses (36 %), seguido de los que lo hacen al alta de rehabilitación (32 %), siendo este momento indeterminado. En cuanto al método utilizado para medir el resultado, el pronós-

TABLA 2. Características de los modelos de predicción analizados (n = 28)

	N.º de modelos	Porcentaje
Tipos de AVC		
Isquémicos	6	21,4
Hemorrágicos	0	0,0
Ambos	22	78,6
Tipo de estudio		
Prospectivo	18	64,3
Retrospectivo	10	35,7
Multicéntrico	14	50,0
N.º de pacientes		
20-100	7	25,0
100-500	15	53,6
> 500	6	21,4
Momento de predicción		
1-7 días	7	25,0
8-30 días	13	46,4
> 30 días	2	7,1
Ingreso en Rehabilitación	4	14,3
Variable	2	7,1

AVC: accidente vascular cerebral.

tico funcional, se observa que el índice de Barthel es el más empleado (32%), seguido del FIM (21 %) y la independencia funcional medida por otras escalas, como la de Rankin modificada o la de Oxford (14 %), como se muestra en la tabla 5.

En la mitad de los estudios no consta si los pacientes habían realizado programas de rehabilitación y sólo 8 están validados.

CONCLUSIONES

Múltiples factores son los que determinan el pronóstico funcional del AVC, sin que hayamos observado mucha coincidencia en las variables que determinan el resultado, si exceptuamos la situación funcional o el deterioro inicial que figura en todos los modelos, posiblemente como reflejo indirecto del daño cerebral sufrido. La forma de medir dicha situación es muy variable e incluye desde el FIM, índice de Barthel, la escala del *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS), la escala neurológica escandinava del AVC (SSS), el índice Motor y el test de Control del tronco, hasta formas más simples como caminar o el déficit motor en las extremidades. La edad es la siguiente variable que se incorpora con más frecuencia, destacando que en 11 modelos no se incluye como determinante del pronóstico funcional^{33,34}.

TABLA 3. Factores de predicción que intervienen en los modelos (n = 28)

Variables predictoras	N.º de modelos	Porcentaje
Edad	17	60,7
Consciencia	2	7,1
Discapacidad previa	7	25,0
Alteración del lenguaje	1	3,6
Déficit neurológico	7	25,0
Pareja	7	25,0
Sexo	6	21,4
Incontinencia	4	14,3
Demora en Rehabilitación	3	10,7
Volumen de la lesión	2	7,1
Antecedentes	9	32,1
AVC previo	2	7,1
Capacidad funcional inicial	28	100,0
FIM	9	32,1
F-AVD	2	7,1
F-cognitivo	5	17,9
NIHSS	4	14,3
Test control de tronco	3	10,7
Escala de Glasgow	2	7,1
Caminar	2	7,1
Índice de Barthel	3	10,7
Cambio SSS	1	3,6
Índice motor	2	7,1
FuglMayer	2	7,1
Déficit motor	6	21,4
Otras	12	42,9

FIM: medida de independencia funcional; NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale; F-cognitivo: FIM cognitivo; SSS: *Scandinavian Stroke Scale*; AVC: accidente vascular cerebral; F-AVD: FIM en las actividades de la vida diaria.

Comparando la presente revisión, con los 83 modelos revisados por Counsell y Dennis³⁵ entre 1966 y 1982, se observa una reducción en el número de factores pronósticos utilizados, ya que de los 65 analizados por ellos se ha pasado a 24, si bien se debe tener en cuenta que en los criterios de inclusión de aquellos modelos figuraba el pronóstico de supervivencia unido a ser independiente después del primer mes. Hemos detectado, como ellos, que el grado de discapacidad previa y el déficit en el momento de hacer la predicción, unido a la edad, el soporte social y tener pareja, influyen para vivir de forma independiente en la comunidad, sin que sea totalmente concluyente^{36,37}.

En el 75 % de los modelos el resultado funcional pronosticado se mide por el índice de Barthel a los 6 meses del AVC, posiblemente porque éste refleje más la situación de independencia funcional.

Tres modelos de los estudiados han sido desarrollados en nuestro país, los de Sánchez-Blanco et al¹⁶ en 1999, el de Duarte et al¹⁵ y por nosotros³² en el 2002, con una predicción del 79 %, 66 % y 51 %, respectivamente. Recientemente San Segundo¹³, en su Tesis Doc-

TABLA 4. Método empleado y grado de predicción de los modelos (n = 28)

	N.º de modelos	Porcentaje
Método estadístico		
Regresión lineal	8	28,6
Regresión logística	20	71,4
Grado de predicción		
R2		
< 0,6	2	7,7
0,6-0,8	8	30,8
> 0,8	2	7,7
Valor predictivo		
70-80	5	19,2
> 80	9	34,6

toral, describe un modelo para predecir el riesgo de institucionalización, en el 2004, obteniendo una predicción global del 76 %.

En el año 2003 se ha publicado por *The Food Trial Collaboration*¹⁷ un modelo validado que determina, con una probabilidad de alrededor del 85 %, la capacidad de ser independiente y de sobrevivir en su propio domicilio. Utilizan el modelo confeccionado por Counsell et al²¹ en 2002, que se basa en las siguientes variables: edad, vivir solo, independencia en las actividades de la vida diaria antes del ictus, el componente verbal de la escala de Coma Glasgow, capacidad de levantar los brazos y capacidad para caminar. Aunque ambos modelos utilizan las mismas variables la predicción que realizan es ligeramente diferente. Los dos valoran la supervivencia en el domicilio, pero el modelo de *The Food* mide la independencia con la escala modificada de Rankin, y el de Counsell con la escala de Oxford. Recientemente, Counsell et al³⁸, en 2004, han comparado este modelo con otros sistemas de predicción más simples que incluyen sólo dos variables, el nivel de conciencia y la continencia urinaria, demostrando que el modelo de las 6 variables proporciona un pronóstico mejor y más cercano a la realidad.

Wyatt y Altman⁷ describieron una serie de requisitos que debe cumplir un modelo:

1. Todos los datos clínicos relevantes han de ser incluidos en el modelo.
2. Los valores que el modelo requiere deben ser fáciles de obtener, sin demasiado coste, precisos y fiables.
3. Las variables que se aplican deben estar bien definidas y ser de uso extendido.
4. Evitar umbrales arbitrarios en las variables continuas.
5. Ha de ser fácil para el especialista calcular la predicción de un paciente concreto y, si es posible, se usarán árboles y algoritmos de predicción.
6. Ha de tener un alto valor predictivo.

TABLA 5. Tipo y momento de la predicción de los modelos (n = 28)

	N.º de modelos	Porcentaje
Tipo de predicción		
Índice de Barthel	9	32,1
FIM	6	21,4
Independencia	4	14,3
Oxford Hand S < 3	1	3,6
E. Rankin mod < 3	1	3,6
Otros	2	7,1
Demencia	1	3,6
Cambio domicilio	2	7,1
Institucionalización	1	3,6
FAC	1	3,6
ARAT	1	3,6
FIM- cognitivo	1	3,6
FIM- AVD	2	7,1
Momento del resultado		
Alta de RHB	9	32,1
3 meses	5	17,9
6 meses	10	35,7
10 meses	3	10,7
12 meses	1	3,6

FIM: medida de independencia funcional; Oxford Hand S: Oxford Handicap Scale; E. Rankin mod: escala de Rankin modificada; FAC: Functional Ambulation Classification; FIM-AVD: FIM en las actividades de la vida diaria; ARAT: Action Research Arm Test.

7. Especificar claramente la cohorte de pacientes donde el modelo puede ser empleado.
8. Estar validado en diferente fecha y lugar.
9. Comprobar su eficacia.

A pesar de que un modelo cumpla estos requisitos se debe validar en el ámbito de trabajo específico de cada Servicio o Unidad de ictus, ya que existen grandes variaciones en los resultados obtenidos en diferentes países²⁵. No cabe duda de que hay otros factores que influyen de manera importante en el resultado funcional como, por ejemplo, la demora en iniciar un programa de Rehabilitación y su intensidad³⁹⁻⁴⁴, por lo que es necesario seguir investigando en fórmulas objetivas que tengan un alto valor de predicción de la situación funcional tras un AVC.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

BIBLIOGRAFÍA

1. Flick CL. Stroke rehabilitation. 4. Stroke Outcome and Psychosocial Consequences. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80 5 Supl 1:S21-6.

2. Gresham GE, Fitzpatrick TE, Wolf PA, McNamara PM, Kannel WB, Dawber TR. Residual disability in survivors of stroke: The Framingham Study. *N Engl J Med*. 1975; 293:954-6.
3. Hardie K, Hankey J, Jamrojek K, Broadhurst RJ, Anderson C. Ten year survival after first ever stroke in the Perth Community Stroke Study. *Stroke*. 2003;34:1842-6.
4. Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO. Outcome and time course of recovery in stroke. The Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76:406-12.
5. Doménech JM. Análisis Multivariante: modelos de regresión. Construcción de un modelo de regresión múltiple con fines predictivos: Selección de la mejor ecuación. Universidad Autónoma de Barcelona. Madrid: Ed. Signo; 2000.
6. Concato J, Feinstein A, Holford T. The risk of determining risk with multivariable models. *Ann Intern Med*. 1993; 118:201-10.
7. Wyatt J, Altman D. Prognostic models: clinically useful or quickly forgotten. *BMJ* 1995;311:1539-41.
8. Lucas P, Abu-Hanna A. Prognostic methods in medicine. *Artif Intell Med*. 1999;15:105-19.
9. Ostir GV, Uchida T. Logistic regression: A nontechnical review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2000;79:565-72.
10. Johnston KC, Connors AF, Wagner DP, Haley EC. Predicting outcome in ischemic stroke. External validation of predictive risk models. *Stroke*. 2003;34:200-2.
11. Stineman MG, Maislin G, Fiedler RC, Granger CV. A prediction model for functional recovery in stroke. *Stroke*. 1997;28:550-6.
12. Agarwal V, McRae MP, Bhardwaj A, Teasell RW. A model to aid in the prediction of discharge location for stroke rehabilitation patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84: 1703-9.
13. San Segundo R. Factores relacionados con el destino al alta hospitalaria del hemipléjico agudo. [Tesis Doctoral]. Tarragona: Universidad Rovira i Virgili; 2004.
14. Inouye M, Kishi K, Ikeda Y, Takada M, Katoh J, Iwashashi M, et al. Prediction of functional outcome after stroke rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil*. 2000; 79: 513-8.
15. Duarte E, Marco E, Muniesa JM, Belmente P, Díaz M, Tejero M, et al. Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *J Rehabil Med*. 2002;34:267-72.
16. Sánchez-Blanco I, Ochoa C, López L, Izquierdo M, Feroso J. Predictive model of functional independence in stroke patients admitted to a rehabilitation programme. *Clin Rehabil*. 1999;13:464-75.
17. The Food Trial Collaboration. Performance of a statistical model to predict stroke outcome in the context of a large, simple, randomised, controlled trial of feeding. *Stroke*. 2003;34:127-33.
18. Weimar C, König IR, Kraywinkel K, Ziegel A, Diener HC. Age and national institutes of health stroke scale score within 6 hours after onset are accurate predictors of outcome after cerebral ischemia. Development and external validation of prognostic models. *Stroke*. 2004; 35:158-62.
19. Kwakkel G, Kollen BJ, Grond J, Prevo A. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb. Impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*. 2003;34:2181-6.
20. Baird AE, Dambrosia J, Janket S, Eichbaum Q, Chaves C, Silver B, et al. A three-item scale for the early prediction of stroke recovery. *Lancet*. 2001;357:2095-9.
21. Counsell C, Dennis M, McDowall M, Warlow C. Predicting outcome after acute and subacute stroke. Development and validation of new prognostic models. *Stroke*. 2002;33:1041-7.
22. Lin JH, Lin RT, Tai CT, Hsieh CL, Hsiao SF, Liu CK. Prediction of poststroke dementia. *Neurology*. 2003;61:343-8.
23. Ching-Lin H, Ching-Fan S, I-Ping H, Chun-Hou W. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*. 2002;33:2626-30.
24. Giaquinto S, Buzzelli S, Di Francesco L, Lottarini A, Montenero P, Tonin P, et al. On the prognosis of outcome after stroke. *Acta Neurol Scand*. 1999;100:202-8.
25. Weir NU, Sandercock PAG, Lewis SC, Signorini DF, Warlow CP, on behalf of the IST Collaborative Group. Variations between countries in outcome after stroke in the International Stroke Trial. *Stroke*. 2001;32:1370-7.
26. Wade DT, Skilbeck CE, Hewer RL. Predicting Barthel ADL score at 6 months after an acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1983;64:24-8.
27. Fullerton KJ, Mackenzie G, Stout RW. Prognostic indices in stroke. *QJM*. 1988;250:147-62.
28. Yavuzer G, Küçükdeveci A, Arasil T, Elhan A. Rehabilitation of stroke patients: Clinical profile and functional outcome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80:250-5.
29. Jorgensen H, Reith J, Nakayama H, Kammergaard L, Raaschou H, Olsen T. What determines good recovery in patients with the most severe strokes? *Stroke*. 1999; 30:2008-12.
30. Tilling K, Sterne J, Rudd A, Glass T, Wityk R, Wolfe C. A new method for predicting recovery after stroke. *Stroke*. 2001;32:2867-73.
31. Nys G, Zandvoort M, Kort P, Worp H, Jansen B, Algra A, et al. The prognostic value of domain-specific cognitive abilities in acute first-ever stroke. *Neurology*. 2005;64:821-7.
32. Barba E, Santos JF, Usabiaga T, Ollero JJ, Abajo N, Aguilar JJ. Pronóstico funcional del accidente vascular cerebral agudo. Modelo predictivo. 40 Congreso Nacional de la SERMEF; 15 mayo 2002, San Sebastián; 2002.
33. Sze K-H, Wong E, Or KH, Lum CM, Woo J. Factors predicting stroke disability at discharge: a study of 793 Chinese. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:876-80.
34. Paolucci S, Antonucci G, Pratesi L, Traballoni M, Lubich S, Grasso MG. Functional outcome in stroke inpatient rehabilitation: predicting no, low and high response patients. *Cerebrovasc Dis*. 1998;8:228-34.
35. Counsell C, Dennis M. Systematic review of prognostic models in patients with acute stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2001;12:159-70.
36. Colantonio A, Kasl SV, Ostfeld AM, Berkman LF. Pre-stroke physical function predicts stroke outcomes in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77:562-6.
37. Jorgensen HS, Nakayama H, Reith J, Raaschou HO, Olsen TS. Stroke recurrence: Predictors, severity, and prognosis. The Copenhagen Stroke Study. *Neurology*. 1997;48: 891-7.

38. Counsell C, Dennis M, McDowall M. Predicting functional outcome in acute stroke: comparison of a simple six variable model with other predictive systems and informal clinical prediction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004;75:401-5.
39. Cifu DX, Stewart DG. Factors affecting functional outcome after stroke: A critical review of rehabilitation interventions. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80 Supl 1: S5-9.
40. Lofgren B, Nyberg L, Mattson M, Gustafson Y. Three years after in-patient stroke rehabilitation: A follow-up study. *Cerebrovasc Dis*. 1999;9:163-70.
41. Paolucci S, Grasso M. Mobility status after inpatient stroke rehabilitation: 1-year follow-up and prognosis factors. *Arch Phys med Rehabil*. 2001;82:2-8.
42. Kwakkel G, Robert C, Wagenaar PhD. Effects of intensity of rehabilitation after stroke. *Stroke*. 1997;28:1550-6.
43. Johnston KC, Wagner DP, Haley EC, Connors AF, for the RANTTAS Investigators. Combined clinical and imaging information as an early stroke outcome measure. *Stroke*. 2002;33:466-72.
44. Teasell R, Kalra L. What's new in stroke rehabilitation. Back to Basics. *Stroke*. 2005;36:215-7.