

# Tiempo puerta-TAC antes y después de la implementación de una vía clínica para la atención de los pacientes que ingresan con diagnóstico de ACV isquémico hiperagudo al servicio de urgencias del Hospital de San José

Door-to- CT times before and after implementation of a pathway for the care of patients admitted with a diagnosis of hyperacute ischemic stroke to the emergency room of the Hospital of San José

Javier D. Triana (1), Gina P. Becerra (2)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** El ataque cerebrovascular (ACV) isquémico es una patología frecuente, con una prevalencia de 500-600 por 100.000 personas en población blanca y una tasa de 5,54 millones de muertes al año. La terapia trombolítica mejora el pronóstico a largo plazo del ACV cuando es usada dentro de las 4,5 horas de ingreso. El uso de vía clínica ha demostrado reducir los tiempos de atención en patologías con un tratamiento específico como el ACV.

**OBJETIVO:** Determinar el efecto de la implementación de una vía clínica para la atención de los pacientes con ACV hiperagudo en la reducción del tiempo puerta-tomografía de cráneo (TAC) simple.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Estudio del antes y después de la implementación de una vía clínica para la atención de los pacientes con ACV hiperagudo en el servicio de urgencias. Se midieron las variables demográficas y los intervalos de tiempo puerta-TAC, puerta-valoración por neurología y puerta-trombolisis.

**RESULTADOS:** La media de edad antes fue de 68,8 años (DE 13), y después, de 70 años (DE 12). La mediana (RIQ) de tiempo puerta-TAC simple fue de 33 (18,5-54) minutos antes y 6,5 (-9 - 30) después. La mediana (RIQ) del tiempo ingreso - val. neurología 90 (16-116) antes y 38 (11,5-110) después. La mediana (RIQ) del tiempo ingreso - trombolisis fue 74 (53-119) antes y 86 (45-100) después. Aumentó el porcentaje de pacientes con ecocardiograma y doppler de carótidas solicitados al ingreso. El porcentaje de pacientes llevados a terapia trombolítica fue similar.

**CONCLUSIÓN:** la implementación de una vía clínica reduce el tiempo puerta-TAC simple, encontrándose una diferencia estadística ( $p: 0,017$ ) entre las medianas de tiempo antes y después.

**PALABRAS CLAVE:** Vía clínica, ataque cerebrovascular agudo, tiempo puerta-tomografía de cráneo (DECS).

## SUMMARY

**INTRODUCTION:** The Acute Ischemic Stroke (AIS) is pathology with an approximate prevalence of 500-600 per 100,000 people in white population and a rate to 5.54 million deaths annually. The thrombolytic therapy within 4.5 hours improvement the ACV long-term prognosis. The use of clinical pathways has demonstrated reduce the attention time in pathologies with specific treatment like ACV.

**OBJECTIVE:** To determine the effect of implementing the pathway for patients' care with hyperacute ischemic stroke in reducing door-to-imaging time.

**MATERIALS AND METHODS:** Study before and after implementation of the pathway for patients' care with hyperacute ischemic stroke who were admitted to the emergency department. Demographic variables and time intervals of door-to-imaging time, door to neurology evaluation and door-to-needle-time were measured.

(1) Neurólogo clínico. Profesor asistente Fundación Universitaria Ciencias de la Salud, Hospital de San José.

(2) Residente de IV año de Neurología. Fundación Universitaria Ciencias de la Salud, Hospital de San José.

**RESULTS:** The mean age was 68.8 years (SD13) before and 70 years (SD 12) after. The median (IQR) door-to-imaging time was 33 (18.5-54) minutes before and 6,5 (-9-30) after p: 0,017. The median (IQR) door to – neurology evaluation was 90 (16-116) before and 38 (11.5-110) after. The median (IQR) door-to thrombolysis time was 74 (53-119) before and 86 (45-100) after. The percentage of patients undergoing thrombolytic therapy was similar.

**CONCLUSION:** The implementing the pathway for patients' care with hyperacute ischemic stroke in reduces door-to-imaging time.

**KEY WORDS.** clinical pathway, acute ischemic stroke, door-to-imaging time (MeSH).

## INTRODUCCIÓN

El ataque cerebrovascular (ACV) isquémico es una patología de alta frecuencia en el mundo, al ser la tercera causa de mortalidad prematura, después de la cardiopatía isquémica y la infección respiratoria baja (1). En Colombia la mortalidad por enfermedad cerebrovascular ocupa el cuarto lugar y ocasionó el 6,7% de las muertes en 2005 (2). Según el estudio Epineuro, la prevalencia de la enfermedad cerebrovascular es del 19,9%, lo que representa además altos costos para el sistema de salud (3).

Se considera que en el año 2020 la enfermedad coronaria y el ACV serán responsables de la mayor parte de las pérdidas de años de vida saludable en el mundo; en 2015, cerca de 50 millones años de vida saludable se perderán a causa de la enfermedad cerebrovascular y el 90% de esa carga recaerá en países de bajos y medios recursos (4).

Se han realizado importantes esfuerzos encaminados a optimizar el tratamiento de los pacientes con ACV isquémico; el más importante de ellos, el uso del activador tisular del plasminógeno (rt-PA), que ha demostrado ser una medida que modifica la discapacidad a largo plazo (5, 6). Es claro también que la eficacia de la intervención es dependiente de tiempo, por lo que el planteamiento de “tiempo es cerebro” es fundamental en este caso (7).

De acuerdo con esto se ha establecido que el número de pacientes necesario a tratar para obtener un resultado favorable (escala de Rankin modificada entre 0 -1) aumenta con el paso del tiempo, así: es necesario tratar 4,5 pacientes entre 0 y 90 minutos para obtener un resultado favorable, 9 pacientes en un tiempo de 91 a 180 minutos y 14 pacientes entre 181 y 270 minutos (8); estos resultados resaltan la importancia de establecer medidas que permitan ofrecer un tratamiento adecuado en el menor tiempo posible.

La American Heart Association (AHA) en 2007, en sus guías de manejo temprano de los pacientes con ACV isquémico estableció la importancia de la creación de sis-

temas estructurados de atención que incluyan el manejo prehospitalario, protocolos para la atención una vez los pacientes ingresan a urgencias y la certificación de hospitales para la atención de los pacientes con ACV (9). En 2013 se incluyó la recomendación de crear grupos de ACV en los que participen enfermeras, médicos de urgencias, neurólogos y el personal de radiología y del laboratorio clínico; además se establecieron los intervalos de tiempos críticos para lograr una atención oportuna, entre ellos el tiempo puerta-valoración por el grupo de ACV menor de 15 minutos, el tiempo puerta-TAC menor de 25 minutos y el tiempo puerta-aguja menor de 60 minutos (10).

Las vías clínicas son planes detallados de atención tiempo dependientes que incluyen los pasos fundamentales a seguir por cada uno de los participantes en la atención de los pacientes (11). Fueron desarrollados para patologías que requieren unas acciones definidas y que están limitadas por el tiempo, por esta razón fueron incluidos entre las estrategias para la atención de los pacientes con ACV isquémico hiperagudo (12); para el caso del ACV, las vías clínicas han demostrado aumentar la toma de estudios diagnósticos como TAC y doppler de vasos de cuello y disminuir la tasa de reingresos hospitalarios, pero su impacto en el desenlace de discapacidad o mortalidad no ha podido ser demostrado (13).

La vía clínica del presente estudio fue dirigida a la atención en urgencias de los pacientes con ACV isquémico, buscando con esto integrar a todo el equipo médico y paramédico, ya que son ellos los primeros miembros del hospital que tienen contacto con el paciente, considerándose además que de sus decisiones depende en gran medida que el paciente pueda ser tratado tempranamente.

Esas consideraciones llevaron al desarrollo de este estudio, que busca determinar si hay reducción del tiempo puerta-TAC posterior a la implementación de una vía clínica para la atención de los pacientes con diagnóstico de ACV isquémico hiperagudo que ingresan al servicio de urgencias del Hospital de San José.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de antes y después. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años que ingresaron al servicio de urgencias con signos clínicos de alteración de la función cerebral de instauración aguda. Se excluyeron pacientes que tuvieran presencia de hemorragia en el TAC simple, hallazgo de una causa diferente al ACV que explicara los síntomas del paciente y el ataque isquémico transitorio. Se midieron datos demográficos: edad, sexo, antecedentes, así como los intervalos tiempo inicio de los síntomas-ingreso al triage, tiempo puerta-TAC, tiempo puerta-valoración por neurología, ingreso-trombolisis e inicio de los síntomas-trombolisis.

### Intervención

Se diseñó una vía clínica para identificar al paciente con déficit neurológico focal agudo en el servicio de urgencias. Al ingreso a urgencias el paciente fue valorado en el triage por personal médico o paramédico; cuando fue valorado por personal paramédico se usó la escala de Cincinnati; en caso de identificar déficit neurológico agudo el paciente fue valorado por medicina general o médico emergenciólogo dentro de los 10 minutos del ingreso. En ese momento se aplicó la escala de NIHSS y se tomó: hemograma, tiempos de coagulación, electrolitos, glucometría percutánea, se llevó a TAC simple y se realizó su interpretación usando la escala de Aspect, e inmediatamente se informó al servicio de neurología.

Una vez identificado el paciente con ACV isquémico candidato a trombolisis se usó la vía clínica correspondiente para verificar contraindicaciones; este incluyó tomar signos vitales, confirmar antecedente de diabetes mellitus y verificar nuevamente hora de inicio de los síntomas. En

caso de TA mayor a 185/110 el proceso incluyó el uso del protocolo indicado para el control de esta, reserva de plasma y crioprecipitados e inicio de la infusión del rt-PA según el protocolo, realización de NIHSS cada 15 minutos durante las primeras 6 horas, solicitar traslado a UCI y estudio de factores de riesgo.

Esta vía fue socializada con el personal del servicio de urgencias y se publicó en un póster. Se entregó una escala NIHSS de bolsillo a cada residente y médico de urgencias, se divulgó la escala de Cincinnati en los consultorios de triage y se capacitó en su uso al personal paramédico.

Las variables cualitativas se analizaron con frecuencias relativas y absolutas; las cuantitativas, con medidas de tendencia central y dispersión. Para calcular la diferencia de medianas se utilizó la prueba de rangos de Wilcoxon (Mann-Whitney) para muestras independientes. Los datos se analizaron con Stata 10.

Este protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigaciones de la Facultad de Medicina y por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital San José - Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS). Según el artículo 11 de la Resolución 8430/1993 del Ministerio de Salud de Colombia, es una investigación sin riesgo.

## RESULTADOS

Se revisaron 256 historias clínicas entre julio de 2012 y julio de 2013 antes de la implementación de la vía clínica; finalmente, se incluyeron 24 pacientes. Posterior a la implementación de la vía clínica se revisaron 100 historias clínicas entre febrero y julio de 2014, de las cuales se incluyeron 25 (Figura 1).

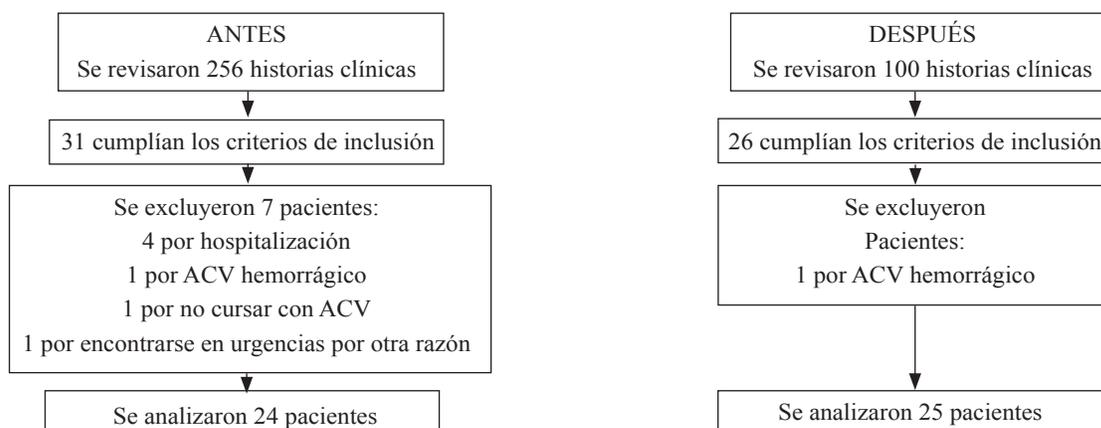


Figura 1. Inclusión y exclusión de pacientes

Antes y después, respectivamente, 45,8% y 44% fueron hombres. La media de edad antes fue de 68,8 años (DE 13) y después de 70 años (DE 12). El NIHSS en los dos grupos fue similar, siendo 12 antes y 14 después. Antes y después de la vía clínica 85% y 72% de los pacientes respectivamente presentaron un puntaje de Rankin de 0 a 2 (Tabla 1).

El número de pacientes con tomografía de cráneo simple dentro de los 25 minutos del ingreso pasó de 9 (37%) antes a 15 (72%) después de la implementación de la vía clínica (Tabla 2). La mediana de tiempo puerta-TAC simple pasó de 33 minutos antes a 6,5 minutos después, con un valor de  $p: 0,017$ .

La mediana del tiempo ingreso-valoración por neurología fue 90 minutos (RIQ (16-116) antes y 38 minutos (RIQ 11,5-110) después. Antes de la implementación de la vía clínica, 6 pacientes (25%) fueron llevados a trombolisis en un año de observación, y después 7 (28%) recibieron este tratamiento en una ventana de observación de 6 meses. La mediana del tiempo ingreso-trombolisis antes fue de 74 minutos (RIQ 53-119) y después de 86 minutos (RIQ 45-100) (Tabla 2).

La toma de TAC simple dentro de los 25 minutos del ingreso fue mayor en pacientes con ingreso dentro de los 120 minutos del inicio de los síntomas antes 55% y 56% posterior a la implementación de la vía clínica; el género femenino se asoció con una mayor proporción de toma de TAC dentro de los primeros 25 minutos (Tabla 3).

Hubo aumento en el porcentaje de solicitud y realización de doppler de carótidas y ecocardiograma después de la implementación de la vía clínica, así como el inicio de ASA. El inicio de prevención secundaria fue similar en los dos grupos. No hubo mortalidad durante el periodo del estudio (Tabla 4).

## DISCUSIÓN

Antes de la implementación de la vía clínica, menos del 50% de los pacientes tenía un TAC simple dentro de los 25 minutos del ingreso, comparado con el 72% después de este, hallazgo que concuerda con lo encontrado en el estudio de Susuki et al. (2004), quienes reportan un cambio de 48 a 22 minutos en la mediana tiempo puerta-TAC simple posterior a la implementación de una vía clínica (14).

En nuestro estudio hubo una reducción significativa de la mediana de tiempo puerta-TAC con  $p: 0,017$  que es significativa y demuestra que la estrategia de las vías clínicas es exitosa cuando es aplicada para el manejo inicial del paciente que ingresa a urgencias con déficit neurológico focal.

Los datos también mostraron que para algunos pacientes la hora de toma de TAC simple fue previa con respecto a la hora de ingreso al triage, esto se explica porque se priorizó el ingreso de los pacientes posterior a la implementación de

**Tabla 1. Características demográficas.**

Sexo	Antes	Después
Masculino, n (%)	11 (45,8)	11 (44)
Femenino	13 (54,7)	14 (56)
<b>EDAD: Mediana ( RIQ)</b>	68,8 (47-98)	70 (36-88)
<b>NIHSS media (DE)</b>	14 (7)	12 (7)
<b>Antecedentes, n (%)</b>		
Hipertensión arterial	19 (79,1)	15 (60)
Dislipidemia	1 (4,1)	4 (16)
Diabetes	8 (33,3)	2 (8)
ACV previo	1 (4,1)	8(32)
Fumador activo	1 (4,1)	0
Hipotiroidismo	1 (4)	1(4)
<b>Ranking al ingreso</b>		
0-2	6 (85)	8 (72)
3-6	1 (14)	3 (27)
<b>Trombolisis</b>	6 (25)	7 (28)

**Tabla 2. Intervalos de tiempo.**

Características	Antes mediana (RIQ)	Después mediana (RIQ)
Inicio-ingreso	126 (69-172)	99 (61-143)
Inicio-ingreso, media (DE)	125 (63)	109 (57,6)
TAC-Valoración por neurología	42 (12-115)	26 (-6-94)*
Ingreso-TAC simple	33 (18,5 -54)	6,5 (-9-30)*+
Ingreso-TAC simple, media (DE)	46 (52,9)	24 (59,7)
≤ 25 min n (%)	9 (37)	15 (72)
> 25 min n (%)	15 (62)	6 (27,2)
Ingreso val. neurología	90 (16-116)	38 (11,5-110)
Ingreso val. neurología, media (DE)	98 (102)	84 (111)
Inicio-trombólisis	227 (210-240)	160 (127-180)
Ingreso-trombólisis	74 (53-119)	86 (45-100)
Ingreso trombólisis, media (DE)	84 (40,7)	76 (25,2)
≤ 60 min n (%)	2 (33)	2 (28)
>60 min n (%)	4 (66)	5 (71)

\* Tiempos negativos: la hora de valoración por neurología es anterior a la hora de toma de TAC simple debido a que el paciente es valorado inmediatamente ingresa a urgencias.

\*+ Al ingreso se identificó al paciente con déficit neurológico agudo, y fue llevado a TAC simple inmediatamente, sin hacer un ingreso formal al sistema del hospital; se usó la categoría de urgencia vital, por lo cual la hora de toma de TAC es anterior a la hora de ingreso formal al sistema del hospital.

**Tabla 3. Relación TAC menor a 25 minutos con género y tiempo de inicio de los síntomas**

	Antes n (%)	Después n (%)
<b>Género</b>		
Femenino	3 (33)	11(68)
Masculino	1 (66)	5 (31)
<b>Tiempo inicio-ingreso</b>		
≤ 120 minutos	5 (55)	9 (56)
> 120 minutos	4 (44)	7 (43)

la estrategia, de tal forma que la toma de la neuroimagen se hizo como una urgencia vital, sin tener en cuenta procesos administrativos que pudieran retrasarla.

Rose et al. (2008) encontraron que la realización de un TAC simple dentro de los 25 minutos del ingreso tenía relación con el tiempo de inicio de los síntomas; de los pacientes con un tiempo de inicio de los síntomas menor a 2 horas, el 23% tuvo un TAC simple dentro de los 25 minutos

**Tabla 4. Estudios solicitados**

Factores de riesgo	Antes n (%)	Después n (%)
Solicitud de ecocardiograma	18 (75)	17 (85)
Realización de ecocardiograma	1 (4,3)	2 (13)
Solicitud de doppler de carótidas	19 (79)	20 (83)
Realización de doppler de carótidas	6 (31)	9 (37)
Inicio de prevención secundaria	22 (95,6)	23 (92)
Uso de ASA	12 (54,5)	16 (94)

del ingreso, comparado con el 8% en los pacientes con un inicio superior a 2 horas y un 6% en pacientes con tiempo de inicio desconocido (15). Otras características asociadas a la toma del TAC simple dentro de los 25 minutos fueron: sexo masculino, pacientes más jóvenes y hospitales con alto número de pacientes trombolizados por año (16). En nuestros pacientes el ingreso dentro de los 120 minutos del inicio de los síntomas se relacionó con el tiempo puerta-TAC simple menor a 25 minutos, sin que hubiera diferencia entre

los dos grupos de estudio. Estos datos resaltan la importancia del arribo temprano al hospital una vez el paciente o el personal de atención prehospitalaria identifiquen los síntomas, a diferencia de los datos presentados previamente. En este estudio el sexo femenino se asoció con un mayor porcentaje de toma de TAC simple dentro de los 25 minutos del ingreso.

En el estudio realizado la media de edad fue mayor que en el de Rose (15), y no se encontraron diferencias en cuanto a la toma del TAC por edad entre los pacientes antes y después.

Se presentó una reducción en el tiempo ingreso-valoración por neurología que, si bien fue significativa, se aleja del tiempo establecido de 15 minutos para obtener una valoración por el grupo ACV, estos datos reflejan la necesidad de crear un grupo estructurado para la atención inmediata de los pacientes con sospecha de ACV en nuestra institución, que es una de las recomendaciones dadas por la AHA desde 2007 (9).

La mediana del tiempo ingreso-trombolisis no tuvo una reducción posterior a la implementación de la vía clínica, la mediana del tiempo ingreso-trombolisis en el grupo después es similar a lo reportado por Fonarow et al. (2011), quienes encontraron una mediana (RIQ) de tiempo puerta aguja de 79 (60-98) minutos (16); estos datos sugieren que si bien por medio de la implementación de la vía clínica se logra reducir el tiempo puerta-TAC, aún hay gran variabilidad en las acciones que se toman luego de obtener la neuroimagen, lo cual hace que aún no logremos un tiempo puerta-trombolisis  $\leq$  a 60 minutos y abre las posibilidades para la generación de estrategias que abarquen un periodo posterior a la atención inicial en el servicio de urgencias.

Estos datos coinciden con los presentados por Sauser et al. (2014), quienes encontraron que el tiempo puerta-trombolisis podría ser influido en mayor medida por el tiempo imagen-trombolisis que por el tiempo puerta-imagen (17), siendo importantes estos hallazgos para decidir futuras intervenciones en los procesos de atención.

Una de las primeras medidas que deben tomarse para alcanzar la meta de tiempo puerta-trombolisis  $\leq$  60 minutos es la creación de un grupo de ACV que incluya personal de urgencias, laboratorio clínico y radiología, y que ofrezca una capacitación permanente a todo el per-

sonal del hospital para sensibilizar sobre la importancia de la identificación temprana de los pacientes con déficits neurológicos agudos.

En nuestro estudio el porcentaje de pacientes trombolizados en un tiempo menor a 60 minutos fue de 33% antes y 28% después, similar a lo encontrado por Fonarow et al. (2014), quienes reportan que solo en el 6,7% de los hospitales el 50% de los pacientes tuvo un tiempo puerta aguja por debajo de 60 minutos, teniendo en cuenta que solo un 30% de los pacientes tienen un tiempo aguja menor a 60 minutos (16, 18).

Se identificó un aumento del número de estudios de factores de riesgo solicitados y realizados en período posterior a la implementación de la estrategia, así como de los pacientes que recibían manejo con ASA. No hubo cambios con respecto al inicio de prevención secundaria, esto confirma los datos previos publicados, en los cuales se encontró que las vías clínicas aumentan el porcentaje de estudios de factores de riesgo solicitados (13).

El estudio tiene limitaciones derivadas de la toma de datos de las historias clínicas en las que aún hay algunas falencias en cuanto a la calidad de la información registrada y el bajo número de pacientes que llegan a nuestra institución dentro del tiempo de ventana terapéutica. Consideramos otra limitante, que es el tiempo de observación antes de 1 año y después de 6 meses.

## CONCLUSIONES

La implementación de una vía clínica reduce el tiempo puerta-TAC simple, aunque sin repercusión en el tiempo puerta-trombolisis; esto lo atribuimos a otros pasos de la cadena de atención que requieren una intervención en el futuro.

Este estudio nos permite iniciar la creación de estadísticas propias sobre la calidad de la atención que ofrecemos en nuestro hospital a los pacientes con ACV isquémico hiperagudo, lo que permitirá a mediano y largo plazo generar planes de mejoramiento a la calidad de atención.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. SALUD ONMDL. Estadísticas sanitarias mundiales. Recuperado de <http://www.who.int>2014
2. SILVA FA, QUINTERO C, ARENAS W, RUEDA-CLAUSEN CF, SILVA S, ET AL. Enfermedad cerebrovascular en Colombia. *Rev Col Cardiol.* [revista en Internet] 2006 Oct [citado 2012 Ago 11]; 13(2):85-9.
3. PRADILLA GV, LEÓN-SARMIENTO FE. Estudio neuroepidemiológico nacional (Epineuro) colombiano. *Rev Panam Salud Pública* [serial en Internet] 2003;2:104-11.
4. Organization. WH. NEUROLOGICAL DISORDERS public health challenges. Julien Bogousslavsky (chair) ML, J. Moncayo, B. Norrving, A. Tsiskaridze,, T. Yamaguchi FY, editor. WHO publications. Geneva, Switzerland. 2006.
5. THE NATIONAL INSTITUTE OF NEUROLOGICAL DISORDERS AND STROKE RT-PA STROKE STUDY GROUP. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 1995;333(24):1581-7.
6. HACKE W, KASTE M, BLUHMKI E, BROZMAN M, DÁVALOS A, GUIDETTI D, ET AL. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 2008;359(13):1317-29.
7. SAVER JL. Time is brain-quantified. *Stroke* 2006;37(1):263-6.
8. LEES KR, BLUHMKI E, VON KUMMER R, BROTT TG, TONI D, GROTTA JC, ET AL. Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of Ecass, Atlantis, Ninds, and Epithet trials. *Lancet* 2010;375(9727):1695-703.
9. ADAMS HP, JR., DEL ZOPPO G, ALBERTS MJ, BHATT DL, BRASS L, FURLAN A, ET AL. Guidelines for the early management of adults with ischemic stroke: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council, Clinical Cardiology Council, Cardiovascular Radiology and Intervention Council, and the Atherosclerotic Peripheral Vascular Disease and Quality of Care Outcomes in Research Interdisciplinary Working Groups: the American Academy of Neurology affirms the value of this guideline as an educational tool for neurologists. *Stroke.* 38. United States 2007: 1655-711.
10. JAUCH EC, SAVER JL, ADAMS HP, JR., BRUNO A, CONNORS JJ, DEMAERSCHALK BM, ET AL. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2013;44(3):870-947.
11. RENHOLM M, LEINO-KILPI H, SUOMINEN T. Critical pathways. A systematic review. *J Nurs Adm.* 2002;32(4):196-202.
12. ALBERTS MJ, LATCHAW RE, JAGODA A, WECHSLER LR, CROCCO T, GEORGE MG, ET AL. Revised and updated recommendations for the establishment of primary stroke centers: a summary statement from the brain attack coalition. *Stroke* 2011;42(9):2651-65.
13. KWAN J, SANDERCOCK P. In-hospital care pathways for stroke: a Cochrane systematic review. *Stroke* 2003;34(2):587-8.
14. SUZUKI M, IMAI A, HONDA M, KOBAYASHI K, OHTSUKA S. Role of a critical pathway for door-to-CT-completion interval in the management of acute ischemic stroke patients in the emergency room. *Keio J Med.* 2004;53(4):247-50.
15. ROSE KM, ROSAMOND WD, HUSTON SL, MURPHY CV, TEGELER CH. Predictors of time from hospital arrival to initial brain-imaging among suspected stroke patients: the North Carolina Collaborative Stroke Registry. *Stroke.* 2008;39(12):3262-7.
16. FONAROW GC, SMITH EE, SAVER JL, REEVES MJ, BHATT DL, GRAU-SEPÚLVEDA MV, ET AL. Timeliness of tissue-type plasminogen activator therapy in acute ischemic stroke: patient characteristics, hospital factors, and outcomes associated with door-to-needle times within 60 minutes. *Circulation* 2011;123(7):750-8.
17. SAUSER K, LEVINE DA, NICKLES AV, REEVES MJ. Hospital Variation in Thrombolysis Times Among Patients With Acute Ischemic Stroke: The Contributions of Door-to-Imaging Time and Imaging-to-Needle Time. *JAMA Neurol.* doi:10.1001/jamaneurol.2014.1528.
18. FONAROW GC, ZHAO X, SMITH EE, SAVER JL, REEVES MJ, BHATT DL, ET AL. Door-to-needle times for tissue plasminogen activator administration and clinical outcomes in acute ischemic stroke before and after a quality improvement initiative. *JAMA* 2014;311(16):1632-40.