

# UN INSTRUMENTO PREDICTIVO PARA EL SERVICIO DE EMERGENCIAS MÉDICAS: REFINAMIENTO DEL DIAGNÓSTICO Y EL TRATAMIENTO DE LOS SÍNDROMES CORONARIOS AGUDOS Y DEL INFARTO MIOCÁRDICO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST EN EL ESTUDIO IMMEDIATE

Harry P. Selker, MD, MSPH; Joni R. Beshansky, RN, MPH; Robin Ruthazer, MPH;  
Patricia R. Sheehan, RNC, MPH; Assaad J. Sayah, MD; James M. Atkins, MD;  
Tom P. Aufderheide, MD; Ronald G. Pirrallo, MD, MHS; Ralph B. D'Agostino, PhD,  
Joseph M. Massaro, PhD, y John L. Griffith, PhD

Recibido el 20 de julio de 2010, del Center for Cardiovascular Health Services Research, Institute for Clinical Research and Health Policy Studies (HPS, JRB, RR, PRS, JLG), Tufts Medical Center y Tufts University School of Medicine, Boston, Massachusetts; el Department of Emergency Medicine (AJS), Cambridge Health Alliance, Cambridge, Massachusetts; el Department of Medicine (JMA), University of Texas Southwestern Medical School, Dallas, Texas; el Department of Emergency Medicine (TPA, RGP), Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin; el Department of Mathematics (RBD), Boston University, Boston, Massachusetts, y el Department of Biostatistics (JMM), Boston University School of Medicine, Boston, Massachusetts. Revisión recibida el 29 de octubre de 2010; aceptado para publicación el 1 de noviembre de 2010.

El estudio IMMEDIATE ha sido sufragado por la ayuda U01 HL077821 concedida por el National Heart, Lung and Blood Institute.

Los autores declaran la inexistencia de conflictos de interés. Los autores son los responsables únicos del contenido y la redacción del artículo.

Los autores desean agradecer la colaboración de los profesionales de las emergencias prehospitalarias que han participado en las diversas localidades en las que se ha llevado a cabo el estudio IMMEDIATE y que ejercen en los sistemas de SEM siguientes: Albuquerque, localidad de New Mexico (Albuquerque Ambulance Service, Albuquerque Fire Department, Rio Rancho Fire Rescue, Sandoval County Fire Department); Anchorage, localidad de Alaska (Anchorage Fire Department); Bellingham, localidad de Washington (Whatcom County EMS, Bellingham Fire Department); Brockton, localidad de Massachusetts (American Medical Response Brockton, Bridgewater Fire Department, Whitman Fire Rescue EMS); Concord, localidad de Massachusetts (Emerson Hospital EMS); Dallas, localidad de Texas (Dallas Fire Rescue, Duncanville Fire Department, Irving Fire Department, Plano Fire Department); El Paso, localidad de Texas (El Paso Fire Department EMS); Hershey, localidad de Pennsylvania (Life Lion EMS); Macon, localidad de Georgia (Medical Center of Central Georgia EMS); Milwaukee, localidad de Wisconsin (Milwaukee Fire Department, North Shore Fire Department, Wauwatosa Fire Department, West Allis Fire Department); New Haven, localidad de Connecticut (American Medical Response New Haven, Branford Fire Department, East Haven Fire Department, Hamden Fire Department, New Haven Fire Department, West Haven Fire Department, West Shore Fire District); Sioux Falls, localidad de South Dakota (Rural Metro Ambulance); St. Paul, localidad de Minnesota (Cottage Grove EMS, HealthEast Medical Transportation, Lakeview Hospital EMS, Mahtomedi Fire Department, Maplewood Fire Department, Oakdale Fire Department, White Bear Lake Fire Department).

Los autores quieren dar las gracias a Muriel Powers por su ayuda experta en la preparación del original.

Dirección para correspondencia y solicitud de separatas: Harry P. Selker, MD, Institute for Clinical Research and Health Policy Studies, Tufts Medical Center, 800 Washington Street, # 63, Boston, MA 02111. Correo electrónico: hselker@tuftsmedicalcenter.org

doi: 10.3109/10903127.2010.545478

## RESUMEN

**Contexto.** Una de las dificultades a las que se enfrentan los servicios de emergencias médicas (SEM) es la identificación precisa de los síndromes coronarios agudos (SCA) y de los cuadros de infarto de miocardio con elevación del segmento ST (IMEST) con objeto de llevar a cabo su tratamiento y su traslado inmediatos. Se ha demostrado previamente que el instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo (ACI-TIPI, *acute cardiac ischemia time insensitive predictive instrument*) fundamentado en el electrocardiógrafo y el instrumento predictivo respecto a la trombólisis (TPI, *thrombolytic predictive instrument*) mejoran todo lo relativo al diagnóstico y el tratamiento en los servicios de urgencias (SU), pero su uso por los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el contexto extrahospitalario ha sido menos estudiado. **Objetivo.** Para la identificación de candidatos a la participación en el estudio Potenciación metabólica miocárdico inmediata durante la valoración y el tratamiento iniciales en la asistencia de emergencias (IMMEDIATE, Immediate Myocardial Metabolic Enhancement During Initial Assessment and Treatment in Emergency Care) implementamos el uso por parte de los SEM de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI en los estudios electrocardiográficos efectuados en el contexto extrahospitalario y, después, evaluamos su impacto sobre la identificación de los cuadros de SCA y IMEST por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el propio escenario del incidente en forma de una estrategia de base extrahospitalaria dirigida hacia la potenciación de la asistencia cardiológica de emergencia. **Métodos.** Las ambulancias pertenecientes a las localidades participantes en el estudio fueron equipadas con dispositivos de electrocardiografía y con *software* correspondiente a los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI. Mediante un diseño de tipo semiexperimental con comparación de los resultados previos y posteriores a la intervención durante la fase 1 a lo largo de un período de 7 meses, los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron de forma continua y automática predicciones del 0-100% fundamentadas en los instrumentos ACI-TIPI/TPI, en formato impreso sobre los encabezamientos de texto de los electrocardiogramas (ECG), con objeto de complementar su capacidad de identificación de los cuadros de SCA. En la fase 2, que se llevó a cabo durante 11 meses, a los profesionales de la emergencia prehospitalaria

ria se les pidió que identificaran los SCA en función de una probabilidad límite de  $SCA \geq 75\%$  en el instrumento ACI-TIPI y también que llevaran a cabo la detección de los cuadros de IMEST en función del instrumento TPI. En la fase 3 esta estrategia de tipo límite fue aplicada en 7 localidades adicionales. La confirmación de los diagnósticos los cuadros de SCA, de infarto agudo de miocardio (IAM) y de IMEST la llevaron a cabo en el 100% de los pacientes médicos que desconocían la asignación de grupo de cada caso. **Resultados.** Los profesionales de la emergencia prehospitalaria identificaron 107 pacientes con SCA en la fase 1 y 104 en la fase 2. En la fase 1 se confirmó el SCA en el 45,8% (49) de los pacientes así identificados inicialmente y esta cifra se incrementó hasta el 76,0% (79) en la fase 2 ( $p < 0,001$ ). En el conjunto de los pacientes con SCA, el 59,2% (29) presentó un IAM en la fase 1 y el 84,8% (67) presentó un IAM en la fase 2 ( $p < 0,01$ ), y se confirmó el IMEST en el 40,8% (20) y el 68,4% (54) de estos pacientes, respectivamente ( $p < 0,01$ ). En la fase 3 se confirmó el SCA en el 74,3% (168) de los 226 pacientes identificados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria como cuadros de SCA; el 81,0% (136) de ellos había presentado un IAM y el 65,5% (110) un IMEST. En el conjunto de los pacientes con SCA se llevó a cabo una intervención coronaria percutánea (ICP) en el 30,6% (15) durante la fase 1 y esta cifra se incrementó hasta el 57,0% (45) en la fase 2 ( $p < 0,004$ ) y hasta el 50,6% (85) en la fase 3, mientras que la proporción de pacientes con IMEST tratados mediante ICP aumentó desde el 75,0 (15) hasta el 83,3% (45) ( $p < 0,4$ ) y hasta el 82,7% (91) en las fases 1, 2 y 3, respectivamente. **Conclusiones.** En una amplia gama de sistemas SEM, el uso de electrocardiógrafos equipados con los sistemas de apoyo a la decisión clínica ACI-TIPI y TPI utilizando un límite del 75% en el instrumento ACI-TIPI incrementa el rendimiento diagnóstico de los profesionales de la emergencia prehospitalaria respecto a los SCA, el IAM y el IMEST, y también aumenta las proporciones de pacientes que son tratados mediante ICP. **Palabras clave:** síndromes coronarios agudos; infarto agudo del miocardio; electrocardiología; servicios de emergencias médicas; apoyo a la decisión clínica

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE 2011;15:139-48

## INTRODUCCIÓN

En los pacientes atendidos en el contexto extrahospitalario debido a cuadros sintomáticos sugestivos de síndromes coronarios agudos (SCA) la rapidez y la precisión en la valoración, el tratamiento y el traslado por parte de los servicios de emergencias médicas (SEM) tienen un carácter crítico, especialmente en lo que se refiere a los pacientes que sufren un infarto de miocardio con elevación del segmento ST (IMEST). Se ha demostrado que estas funciones, además de la notificación previa a los hospitales receptores, mejoran con el uso de los electrocardiógrafos de 12 derivaciones por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el contexto prehospitalario<sup>1-5</sup>. No obstante, los resultados obtenidos en este sentido podrían no ser

aplicables a los sistemas SEM en los que no ejercen profesionales de la emergencia prehospitalaria con un elevado nivel de entrenamiento en la interpretación del electrocardiograma (ECG). Para optimizar el impacto de los ECG extrahospitalarios es necesaria una estrategia que permita identificar los SCA y los IMEST, lo que presumiblemente incrementaría las tasas de realización de la intervención coronaria percutánea (ICP), una medida que sería eficaz y aplicable en una amplia gama de zonas geográficas y de sistemas SEM.

En el conjunto de los pacientes que realizan un aviso al 911 o son trasladados a un servicio de urgencias (SU) debido a cuadros de dolor torácico o de síntomas relacionados, solamente alrededor del 25% presenta finalmente un SCA. En el conjunto de los pacientes con SCA, aproximadamente las dos terceras partes sufre una angina de pecho inestable y la tercera parte restante un infarto agudo del miocardio (IAM), mientras que alrededor del 40% de estos últimos presenta un IMEST. Por tanto, la tarea de identificación de los casos de IMEST implica realmente la identificación correcta del 3-5% de todos los pacientes que son atendidos debido a cuadros de posible sintomatología cardíaca<sup>5-7</sup>. Incluso los médicos que tienen a su disposición todas las facilidades diagnósticas que brinda el hospital encuentran dificultades para la identificación rápida y precisa de los pacientes que sufren realmente un SCA; así, las dificultades a las que se enfrentan para ello los profesionales de la emergencia prehospitalaria que ejercen en una ambulancia en el contexto extrahospitalario son todavía mayores. No obstante, la oportunidad para el impacto positivo introducido por el SEM depende de la identificación temprana de estos pacientes por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria, con objeto de agilizar y mejorar el tratamiento de los cuadros de SCA y la realización de métodos de reperfusión coronaria en los casos de IMEST.

En los estudios efectuados sobre sistemas SEM de elevado nivel de efectividad<sup>5-7</sup> se ha demostrado que el rendimiento diagnóstico de los ECG que se realizan en el contexto prehospitalario es suficiente como para introducir 2 mejoras importantes en la asistencia prestada a los pacientes con IMEST: *a)* el traslado directo de estos pacientes a centros con posibilidades de realización de ICP, pasando por alto los centros que carecen de los elementos necesarios para realizar la ICP, y *b)* la activación de los equipos de los laboratorios de ICP antes de la llegada del paciente, con objeto de reducir el tiempo que transcurre hasta que se consigue la reperfusión. Estas 2 mejoras están vinculadas de manera directa con la mejoría en la evolución de los pacientes y también tienen utilidad para evitar trasladados potencialmente más prolongados a centros con capacidad para realizar la ICP en los casos en los que dicha intervención es innecesaria. Sin embargo, en los estudios citados no quedan reflejadas claramente diversas estrategias que se pueden aplicar de manera inmedia-

ta en los miles de sistemas SEM existentes en este país. Se ha propuesto la potenciación del diagnóstico extrahospitalario mediante la transmisión electrónica de los ECG desde el escenario hasta el centro de supervisión médica, pero estos sistemas son caros y complejos, y se acompañan de abundantes dificultades técnicas, además de que no se ha demostrado su impacto positivo. Sin embargo, en los SU sí se ha demostrado que el apoyo al proceso de toma de decisiones que se consigue mediante el instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo (ACI-TIPI, *acute cardiac ischemia time insensitive predictive instrument*) y mediante el instrumento predictivo respecto a la trombólisis (TPI, *thrombolytic predictive instrument*) incrementa la velocidad y la precisión del diagnóstico, la clasificación y el tratamiento de los pacientes con SCA y IMEST<sup>8,9</sup>. Se ha propuesto el uso de estos instrumentos por parte de los SEM<sup>9,10</sup>, pero hasta el momento no han sido evaluados de manera directa en este contexto.

El estudio IMMEDIATE (Immediate Myocardial Metabolic Enhancement During Initial Assessment and Treatment in Emergency Care) es un ensayo clínico multicéntrico para la valoración de la efectividad, efectuado con asignación aleatoria y control placebo por parte del National Institutes of Health (NIH), en el que se está evaluando la administración intravenosa de glucosa, insulina y potasio (GIP) por parte de los profesionales de los SEM a pacientes con SCA ([www.immediatetrial.com](http://www.immediatetrial.com)). Para la identificación óptima de los candidatos a la administración intravenosa de GIP en este estudio, implementamos y valoramos la aplicación de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI en los electrocardiogramas extrahospitalarios y su uso por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria de los SEM, y evaluamos su impacto sobre la identificación por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria de los cuadros de SCA y los IMEST en el escenario en forma de una estrategia extrahospitalaria para potenciar la asistencia de emergencia a los pacientes con problemas cardíacos.

## MÉTODOS

### Localidades

Las localidades participantes en el estudio a partir del invierno de 2006 fueron Dallas, Texas; Milwaukee, Wisconsin, y Brockton y Concord, Massachusetts; después, entre la primavera y el otoño de 2008 se añadieron las localidades participantes que fueron: Albuquerque, New Mexico; Anchorage, Alaska; Bellingham, Washington; El Paso, Texas; Macon, Georgia; New Haven, Connecticut, y Sioux Falls, South Dakota. En cada una de estas localidades se obtuvieron las aprobaciones de los comités de revisión institucional de los SEM y los hospitales para la investigación sobre personas y,

por otra parte, todos los pacientes otorgaron su consentimiento por escrito.

### Criterios de participación

Cumplieron los criterios de participación en el estudio todos los pacientes de 30 o más años de edad que presentaban sintomatología congruente con un SCA y en los que los profesionales de la emergencia prehospitalaria habían efectuado un ECG de 12 derivaciones. Fueron excluidos los pacientes con inestabilidad hemodinámica y los que presentaban insuficiencia cardíaca (clases 3 o 4 de Killip), así como los pacientes con insuficiencia renal terminal con necesidad de diálisis.

### Fases del estudio

El estudio se llevó a cabo en 3 fases. En la fase 1 los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron una formación exhaustiva en la interpretación del ECG y en el uso convencional de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI, tal como aparecen impresos en el encabezamiento del ECG, con el objetivo de identificar a los pacientes con SCA. En la fase 2 los profesionales de la emergencia prehospitalaria aprendieron a identificar a los pacientes con SCA en función de una nueva estrategia respecto al uso de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI definida específicamente para su uso en el contexto de los SEM. La fase 3 consistió en la aplicación de esta estrategia en una serie de localidades adicionales. Así, los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron formación para identificar a los pacientes con SCA y IMEST según los criterios siguientes:

### Fase 1

Tras la formación teórica y práctica en la interpretación del ECG y en el uso de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI, los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron instrucciones para aplicar su juicio clínico respecto a la posibilidad de que un paciente pudiera presentar un SCA en función del cuadro clínico y de las alteraciones detectadas en el ECG, incluyendo el uso de las predicciones ACI-TIPI y TPI impresas de manera automática en los ECG y con observación de alguna de las alteraciones siguientes en 2 o más derivaciones continuas:

- Elevación del segmento ST  $\geq 1$  mm o criterios IMEST locales para la notificación al SEM respecto al aviso a los hospitales para un acceso rápido a un laboratorio de ICP.
- Depresión del segmento ST  $\geq 0,5$  mm.
- Inversión de la onda T u otras alteraciones de la onda T (p. ej., ondas T hiperagudas).
- Bloqueo de rama izquierda en pacientes sin antecedentes aparentes de ello.

## Fases 2 y 3

En los casos en los que los síntomas de un paciente eran congruentes con un SCA, los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron instrucciones para considerar la posibilidad de que presentara un SCA o un IMEST si cumplía alguno de los criterios siguientes:

- *Predicción ACI-TIPI del 75% o superior*, indicativa de una probabilidad muy elevada de SCA.
- *Predicciones TPI impresas en el ECG*, indicativas de la detección de un IMEST con el electrocardiógrafo
- Ninguno de los anteriores, pero detección de un IMEST en el ECG con notificación al sistema SEM para el aviso a los hospitales receptores de manera que fuera posible el acceso rápido a un laboratorio de ICP.

## Formación

Durante la fase 1, los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron una formación exhaustiva en la interpretación del ECG según lo definido por el Comité de formación del estudio IMMEDIATE constituido por investigadores, directores médicos de SEM, educadores y profesionales de la emergencia prehospitalaria. Antes del estudio, todos los profesionales de la emergencia prehospitalaria de los sistemas SEM participantes habían realizado ECG en el escenario durante al menos 2 años y todos ellos habían llevado a cabo también diversos programas formativos para la interpretación de los ECG. El programa formativo correspondiente al estudio IMMEDIATE se inició mediante una prueba de valoración de la interpretación del ECG en línea constituida por 20 preguntas, para identificar la capacidad de lectura de los ECG de 12 derivaciones y también los puntos fuertes y débiles de carácter general. La formación estuvo centrada en la identificación precisa de los SCA y los cuadros de IMEST en función de criterios clínicos y ECG, incluyendo una formación exhaustiva de carácter práctico. La información procedente de la prueba de valoración de la interpretación del ECG permitió que los sistemas SEM llevaran a cabo una formación específica respecto a la interpretación de los ECG de 12 derivaciones, con insistencia en los puntos débiles, en función de lo necesario. A cada profesional de la emergencia prehospitalaria se le solicitó que completara 2 módulos ECG (un total de 4 h): un módulo centrado en las alteraciones básicas del ECG (p. ej., elevación y depresión del segmento ST y de la onda T), y otro módulo centrado en los problemas que pueden imitar alteraciones en el segmento ST (p. ej., bloqueos de rama, hipertrofia ventricular izquierda, repolarización temprana). Tras la finalización de los módulos, a los profesionales de la emergencia prehospitalaria se les solicitó que

realizaran de nuevo la prueba de valoración del ECG para determinar su avance en ésta y para identificar nuevas áreas de interés respecto a la formación. La valoración del ECG se llevó a cabo a través de la interpretación de varios cientos de ECG, cada uno de ellos clasificados según la elevación o la depresión del segmento ST o de la onda T, o bien según la aparición de alguno de los problemas que pueden imitar estas alteraciones. El sistema en línea seleccionó de manera aleatoria los ECG utilizados en cada prueba con objeto de garantizar que los profesionales de la emergencia prehospitalaria llevaban a cabo pruebas diferentes antes y después de haber participado en el programa formativo. A todos los profesionales de la emergencia prehospitalaria también se les solicitó que completaran otros módulos con pruebas de revisión, incluyendo el *uso de la tecnología de instrumentos predictivos* (el *software* de apoyo a la decisión correspondiente a los instrumentos ACI-TIPI y TPI fue el programa Physio-Control LIFEPAK 12, ZOLL M Series, y los electrocardiógrafos fueron Philips MRx). En esta fase también fueron incluidos aspectos prácticos para que los profesionales de la emergencia prehospitalaria demostraran su capacidad en el uso de los instrumentos ACI-TIPI y TPI, y su habilidad en la identificación de los pacientes con SCA o con IMEST, con objeto de que cumplieran los criterios de participación en el estudio. En la fase 1, estos aspectos prácticos fueron las valoraciones clínicas y del ECG, y el uso del instrumento ACI-TIPI en una escala del 0-100%, así como del instrumento TPI como complemento del anterior, aunque no con el objetivo de que el resultado obtenido con dichos instrumentos influyera decisivamente en la decisión respecto al diagnóstico.

Durante la fase 2 los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron una formación adicional para aprender los cambios en la identificación de los SCA y los cuadros de IMEST en función del requerimiento de un límite del 75% en el instrumento ACI-TIPI o de la detección del IMEST mediante el instrumento TPI. Esta formación adicional se llevó a cabo como parte de un programa de recuerdo formativo que tuvo una duración de tan sólo 15 min y en las zonas adecuadas, para ello se colocaron pósters como elemento de recuerdo.

Durante la fase 3 la formación que se llevó a cabo en las 7 nuevas localidades participantes en el estudio no incluyó ninguno de los elementos formativos en la interpretación del ECG que se aplicaron en la fase 1. Los profesionales de la emergencia prehospitalaria solamente recibieron formación en el *uso de la tecnología de los instrumentos predictivos* (el *software* de apoyo a la decisión correspondiente a los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI) que ahora contemplaba el requisito del límite del 75% respecto al instrumento ACI-TIPI y también el proceso de detección. Este módulo formativo tuvo una duración de 1,5 h.

En todas las fases, el rendimiento de cada profesional de la emergencia prehospitalaria se determinó mediante el sistema de notificación en tiempo real del estudio IMMEDIATE con objeto de que cada profesional de la emergencia prehospitalaria tuviera información respecto a su rendimiento global.

## Desarrollo de los umbrales ACI-TIPI/TPI para su aplicación en los servicios de emergencias médicas

Como fundamento de la nueva estrategia de los SEM para la identificación de los SCA y los IMEST, se evaluaron varios umbrales límite ACI-TIPI mediante análisis de las bases de datos de pacientes de los SEM y los SU, y también a través de discusiones entre los distintos investigadores de las diferentes localizaciones participantes en el estudio IMMEDIATE. De manera específica, se analizaron los datos de las bases de datos de los ECG del estudio ACI-TIPI Trial<sup>8</sup>, el estudio TPI Trial<sup>9</sup> y el estudio IMMEDIATE (que en aquel momento incluía más de 3.000 personas evaluadas), con el objetivo de desarrollar criterios de participación ACI-TIPI y TPI que permitieran alcanzar el objetivo del estudio de la participación de una cohorte de pacientes en la que no presentaran SCA más del 25% de sus componentes (es decir, con una tasa de diagnósticos falsamente positivos de SCA no superior al 25%). Los análisis efectuados en las bases de datos señaladas indicaron que este objetivo se podía alcanzar mediante la participación exclusiva de pacientes con probabilidades ACI-TIPI de SCA  $\geq 75\%$  o con detección de un IMEST según lo recogido en el texto impreso relativo al instrumento TPI. Así se aplicaron estos umbrales ACI-TIPI y TPI en la segunda fase del estudio.

## Diseño del estudio

La estrategia semiexperimental de valoración antes y después del uso del límite ACI-TIPI se llevó a cabo en 3 fases. Durante la fase 1, en los 4 sistemas SEM que iniciaron su participación en los años 2006 o 2007 los profesionales de la emergencia prehospitalaria utilizaron convencionalmente el instrumento ACI-TIPI con valoración de la predicción del 0-100% respecto a los SCA con objeto de complementar su proceso de toma de decisiones y, además, se determinaron sus tasas de identificación correcta de los cuadros de SCA, IAM y IMEST. Durante la fase 2, que se inició el 1 de julio de 2008, se implementó la estrategia del límite del 75% en el instrumento ACI-TIPI y el límite en el instrumento TPI, con valoración del rendimiento en los mismos 4 sistemas SEM. Durante la fase 3 se implementaron el mismo límite ACI-TIPI y la misma estrategia TPI en 7 sistemas SEM nuevos con objeto de determinar el rendimiento de los profesionales de la emergencia prehospitalaria en una gama más amplia de sistemas SEM

y localidades. En todos los casos, los diagnósticos efectuados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el escenario fueron comparados con los diagnósticos «de referencia» asignados por los médicos en función de la historia clínica, el ECG y los marcadores biológicos (concentraciones séricas de creatina cinasa y de troponina), utilizando para ello métodos previamente validados<sup>8</sup>.

## Obtención de los datos

En este análisis fueron considerados todos los participantes evaluados en el estudio IMMEDIATE desde su inicio el 1 de diciembre de 2006 hasta el 31 de julio de 2009. Los datos obtenidos fueron las características demográficas y la información clínica contenida en las historias clínicas, las predicciones ACI-TIPI y TPI correspondientes a los encabezamientos de texto de los ECG (fig. 1) y los ECG obtenidos con los electrocardiogramas extrahospitalarios.

## Análisis

Los pacientes se clasificaron en función de la fase de estudio en la que participaron. Se realizó la comparación de las características de los participantes en las fases 1 y 2 utilizando para ello pruebas t de Student (valores medios de la edad, la presión sistólica, la frecuencia cardíaca y la puntuación ACI-TIPI), pruebas  $\chi^2$  (sexo, origen racial, antecedentes médicos, síntoma principal de dolor torácico, TPI determinado por el ECG) o pruebas exactas de Fisher (raza).

El límite ACI-TIPI estuvo fundamentado en los análisis de los datos obtenidos en el estudio ACI-TIPI Trial<sup>8</sup> y en el estudio TPI Trial<sup>9</sup>, así como en información correspondiente a la base de datos ECG del estudio IMMEDIATE. Las combinaciones potenciales de los límites de puntuación ACI-TIPI y del instrumento predictivo TPI fueron revisadas por los investigadores en lo relativo a sus grados de sensibilidad y especificidad, y a sus valores predictivos positivo y negativo. En función de la revisión de estos análisis y de las características de rendimiento de los modelos publicados, se consideró que los pacientes presentaban una evidencia de SCA suficiente como para justificar el tratamiento de un cuadro de SCA/IMEST si su probabilidad ACI-TIPI de SCA era de al menos el 75% y si se activaba el sistema predictivo TPI tras la detección de un IMEST en el electrocardiógrafo.

Los diagnósticos fueron asignados por médicos residentes en cada localidad (que desconocían la asignación de grupo de los participantes) en función de las manifestaciones clínicas, la evolución clínica, los ECG inicial y de seguimiento, y las determinaciones de las concentraciones de creatina cinasa (fracción MB) y de troponina, utilizando para ello los criterios de la Organización Mundial de la Salud y de la Canadian Cardiovascular Society<sup>11,12</sup>. El síndrome coronario agudo se

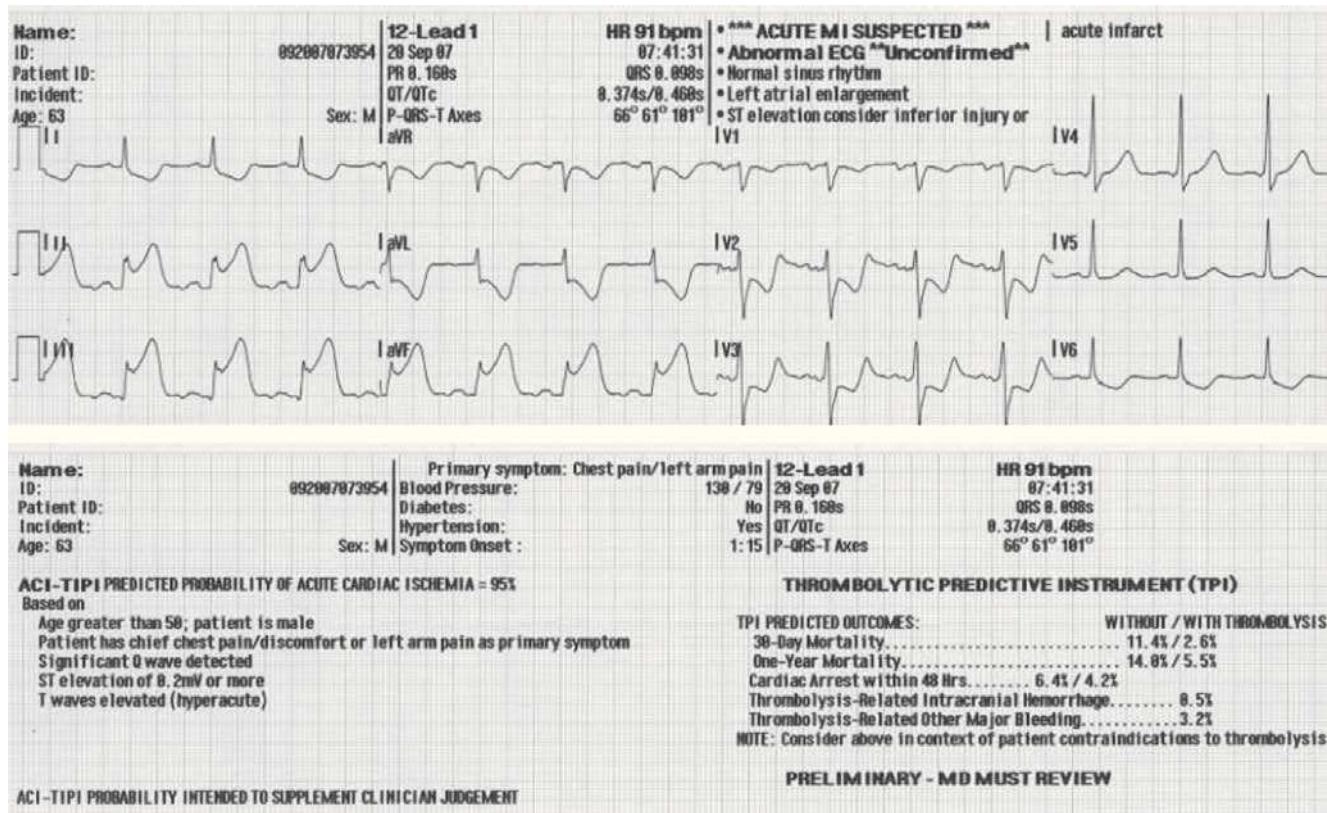


FIGURA 1. Ejemplo de un electrocardiograma (ECG) con un instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo (ACI-TIPI, *acute cardiac ischemia time-insensitive predictive instrument*)/instrumento predictivo de la idoneidad de la trombólisis (TPI, *thrombolytic predictive instrument*) efectuado en el contexto prehospitalario. HR: frecuencia cardíaca; MI: infarto de miocardio.

definió como un IAM (incluyendo el IMEST) o como una angina inestable.

Los parámetros determinados en el estudio fueron el porcentaje de pacientes identificados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria como cuadros de SCA y que realmente habían sufrido un SCA (es decir, los pacientes que fueron casos «verdaderamente positivos») y las proporciones de pacientes con IAM y con IMEST. Estas proporciones, además de las proporciones de pacientes identificados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria como cuadros de SCA en los que finalmente se demostró que *no* correspondían a cuadros de SCA (es decir, los pacientes que fueron casos «falsamente positivos») se compararon entre las fases 1 y 2 con ajuste respecto a las localidades y utilizando para ello la prueba de Cochran-Mantel-Haenszel. A pesar de que también se determinaron las características y los parámetros en la fase 3, no se compararon estadísticamente con los datos de las otras fases debido a que en las localizaciones añadidas a la fase 3 no hubo grupo previo a la intervención que pudiera compararse con el grupo posterior a la intervención, de manera que no era posible el ajuste respecto a la localidad.

Todos los valores p presentados correspondieron a pruebas bilaterales y se consideraron estadísticamente significativos si  $\leq 0.05$ . Los análisis se llevaron a cabo

mediante la versión 9.2 del programa informático SAS para Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC).

## RESULTADOS

Entre el 1 de diciembre de 2006 y el 31 de julio de 2009 participaron 11 sistemas SEM (tabla 1) con un total de 437 pacientes (tabla 2). En la fase 1 participaron 107 pacientes correspondientes a 4 localidades: Brockton, Massachusetts; Concord, Massachusetts; Dallas, Texas, y Milwaukee, Wisconsin. En la fase 2 participaron 104 pacientes de las mismas localidades. En la fase 3 participaron 226 pacientes correspondientes a 7 localidades nuevas: Albuquerque, New Mexico; Anchorage, Alaska; Bellingham, Washington; El Paso, Texas; Macon, Georgia; New Haven, Connecticut, y Sioux Falls, South Dakota.

Las características de los participantes fueron similares en las distintas fases (tabla 3), pero en congruencia con la modificación perseguida del incremento de las proporciones de pacientes con SCA, la probabilidad ACI-TIPI media de los cuadros de SCA aumentó significativamente desde el 48,0% en la fase 1 hasta el 70,5% en la fase 2 ( $p < 0,0001$ ). Por otra parte, la proporción de pacientes que cumplieron los criterios del límite ACI-TIPI/TPI aumentó desde el 27,6% en la fase 1 hasta el 72,5% en la fase 2. Esta proporción se incrementó hasta

TABLA 1. Características de las localidades

Localidad	Tipo de sistema SEM	Población atendida	Número de profesionales de la emergencia prehospitalaria	Número de vehículos con SVA	Número de hospitales receptores
Brockton, MA	Privado	110.000	50	14	2
Concord, MA	Hospital	63.306	20	2	2
Dallas, TX	Bomberos	1.200.000	1.100	60	13
Milwaukee, WI	Bomberos	604.477	350	20	3
Albuquerque, NM	Privado y bomberos	1.166.096	121	54	5
Bellingham, WA	Bomberos	166.814	30	8	1
New Haven, CT	Privado y bomberos	408.288	210	59	2
Macon, GA	Hospital	293.447	70	21	1
Sioux Falls, SD	Privado	158.424	27	8	3
El Paso, TX	Bomberos	676.365	126	20	6
Anchorage, AK	Bomberos	258.455	50	16	2

SEM: servicios de emergencias médicas; SVA: soporte vital avanzado.

el 81,2% en la fase 3. Esta modificación también quedó reflejada por la participación de más pacientes de sexo masculino en la fase 2, en comparación con la fase 1 (el 81,7 y el 56,1%, respectivamente,  $p < 0,001$ ), y también por la participación de un número mayor de pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva en la fase 2, en comparación con la fase 1 (el 26,0 y el 13,1%, respectivamente,  $p = 0,02$ ). En lo relativo al parámetro a determinar, la proporción de participantes con SCA confirmado fue significativamente mayor en la fase 2 que en la fase 1 (el 76,0 y el 45,8%, respectivamente,  $p < 0,0001$ ) y, tal como se muestra en la tabla 4, entre los participantes con SCA los porcentajes con IAM y IMEST fueron también significativamente mayores en la fase 2 que en la fase 1. Tras la aplicación de la misma intervención que en la fase 2, la proporción de participantes con SCA confirmado en la fase 3 (74,3%) fue similar a la observada en la fase 2 al tiempo que las proporciones de los pacientes con IAM y IMEST también fueron similares en ambas fases.

En la tabla 4 también es destacable el hecho de que las proporciones de pacientes tratados mediante ICP también se incrementaron a raíz de la aplicación del sistema predictivo ACI-TIPI con límite/TPI. En los pacien-

tes con SCA, la proporción de los tratados mediante ICP fue del 30,6% (15) en la fase 1 y dicha proporción se incrementó hasta el 57,0% (45) en la fase 2 ( $p < 0,004$ ), mientras que en la fase 3 fue del 50,6% (85). En congruencia, la proporción de pacientes con IMEST tratados mediante ICP se incrementó desde el 75,0% (15) en la fase 1 hasta el 83,3% (45) en la fase 2 ( $p < 0,4$ ), mientras que en la fase 3 dicha proporción fue del 82,7% (91).

Con el objetivo de evaluar retrospectivamente y con mayor detalle el posible impacto de las instrucciones límite en los sistemas predictivos ACI-TIPI con límite/TPI, entre los pacientes así identificados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria los porcentajes de pacientes con confirmación de los cuadros de SCA, IAM y IMEST fueron comparados entre los pacientes que cumplían realmente los criterios límite ACI-TIPI con límite/TPI y los que no los cumplían. Tal como se puede observar en la tabla 5, la proporción de participantes con SCA fue significativamente mayor entre los que cumplían los criterios ACI-TIPI con límite/TPI, en comparación con los que no los cumplían (el 79,6 y el 45,2%, respectivamente,  $p < 0,0001$ ); este mismo patrón se observó respecto a las proporciones de los pacientes con SCA que presentaron IAM (el 85,8 y el 53,0%, respectivamente,  $p < 0,0001$ ) y que presentaron IMEST (el 73,0 y el 25,8%, respectivamente,  $p < 0,0001$ ).

## DISCUSIÓN

Cuando en un SEM se recibe un aviso para evaluar a un paciente que presenta dolor torácico en el contexto extrahospitalario, los profesionales de la emergencia prehospitalaria deben identificar con rapidez y precisión los cuadros de SCA con objeto de iniciar el tratamiento adecuado en el propio escenario del incidente. Por otra parte, en lo que se refiere al IMEST, los profesionales de la emergencia prehospitalaria tienen que determinar el hospital al que van a trasladar al paciente en función de la posibilidad de que sea necesaria una intervención para la reperfusión coronaria. Para que en

TABLA 2. Selección de los participantes en función de la localidad y de la fase (n = 437)

Localidad del SEM*	Fase 1 (n = 107)	Fase 2 (n = 104)	Fase 3 (n = 226)
A	36	50	
B	29	30	
C	33	12	
D	9	12	
E		61	
F		35	
G		34	
H		25	
I		26	
J		23	
K		22	

SEM: servicios de emergencias médicas.

\*Las mismas localidades que las recogidas en la tabla 1, con ocultamiento de su identificación en esa tabla por motivos de confidencialidad.

TABLA 3. Características de los pacientes estratificados en función de la fase en la que fueron seleccionados para participar en el estudio (N = 437)

Característica <sup>a</sup>	Fase 1 (n = 107)	Fase 2 (n = 104)	Valor de p para las fases 1 y 2 <sup>b</sup>	Fase 3 (n = 226)
Edad, años	60,9 ± 15,5	62,1 ± 13,5	0,54	63,5 ± 13,6
Sexo, masculino	56,1% (60)	81,7% (85)	< 0,0001	71,2% (161)
Origen racial, hispano	3,7% (4)	4,8% (5)	0,7	17,0% (38)
Raza			0,53	
Blanca	72,0% (77)	68,3% (71)		77,4% (175)
Negra	20,6% (22)	22,1% (23)		8,4% (19)
Otras	3,7% (4)	1,9% (2)		4,4% (10)
Desconocida	3,7% (4)	7,7% (8)		9,7% (22)
Antecedentes médicos				
Infarto de miocardio	23,4% (25)	35,6% (37)	0,06	35,8% (81)
Injerto de derivación coronaria	15,9% (17)	15,4% (16)	0,92	17,3% (39)
Insuficiencia cardíaca congestiva	13,1% (14)	26,0% (27)	0,02	15,0% (34)
ICP	21,5% (23)	24,0% (25)	0,66	34,1% (77)
Angina	21,5% (23)	14,4% (15)	0,18	8,8% (20)
Arritmia	24,3% (26)	22,1% (23)	0,71	18,1% (41)
Diabetes	29,0% (31)	28,8% (30)	0,99	26,5% (60)
Hipertensión	62,6% (67)	63,5% (66)	0,9	68,6% (155)
Hipercolesterolemia	48,6% (52)	37,5% (39)	0,11	51,8% (117)
Accidente cerebrovascular	6,5% (7)	8,7% (9)	0,57	8,4% (19)
Datos correspondientes a los SEM				
Dolor torácico como síntoma principal	77,6% (83)	85,6% (89)	0,14	88,5% (200)
Presión sistólica, mmHg	145,2 ± 31,3	147,7 ± 35,2	0,59	142,2 ± 33,8
Frecuencia cardíaca, latidos por minuto	91,6 ± 24,9	86,1 ± 23,4	0,11	85,6 ± 25,3
ACI-TIPI, porcentaje de predicción del SCA	48,0 ± 26,2	70,5 ± 22,7	< 0,0001	79,4 ± 17,3
Activación por el instrumento TPI	17,0% (18)	47,1% (49)	< 0,0001	37,2% (84)
ACI-TIPI ≥ 75% o activación por el instrumento TPI	27,6% (29)	72,5% (74)	< 0,0001	81,2% (181)

ACI-TIPI: instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo; ICP: intervención coronaria percutánea; SCA: síndrome coronario agudo; SEM: servicios de emergencias médicas; TPI: instrumento predictivo de la idoneidad de la trombólisis.

<sup>a</sup>Los datos corresponden a la media ± desviación estándar (edad, presión arterial, frecuencia cardíaca y puntuación ACI-TIPI) o al porcentaje (tamaño de la muestra) respecto a las demás características. Faltaron datos correspondientes a algunas de las características. Específicamente, no hubo datos del origen racial en 2 participantes (fase 3). Faltaron los datos de la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la puntuación ACI-TIPI en menos del 3% de los participantes. Faltaron los datos necesarios para determinar si «ACI-TIPI ≥ 75» o si «activado por el instrumento TPI» eran ciertos en 7 participantes (2 de la fase 1, 2 de la fase 2 y 3 de la fase 3).

<sup>b</sup>Valores p correspondientes a la prueba  $\chi^2$  (sexo, origen racial y localidad), a la prueba exacta de Fisher (raza) o a la prueba t de Student (edad), utilizados para comparar las características entre las fases 1 y 2.

el estudio IMMEDIATE fuera posible evaluar el tratamiento agudo mediante GIP administrado por los profesionales de la emergencia prehospitalaria a pacientes con SCA, la tasa de diagnósticos falsamente positivos de SCA en los pacientes tratados no podía superar el 25%. Este nivel de rendimiento también es necesario para una implementación efectiva del tratamiento en el escenario por parte de los SEM y también para el traslado del paciente y las intervenciones relacionadas con la comunicación en lo relativo a los cuadros de SCA, IAM y IMEST. No obstante, éste es un reto difícil debido a que dicho nivel de rendimiento obliga a que la tasa de diagnósticos falsamente positivos efectuados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria en el escenario sea sustancialmente mejor que la tasa típica del 50% correspondiente a los médicos que ejercen en los SU<sup>13</sup>.

Se ha demostrado que los electrocardiógrafos que llevan incorporados los sistemas de apoyo a la decisión ACI-TIPI y TPI mejoran los diagnósticos efectuados por los médicos en los SU y también el tratamiento de los cuadros de SCA y IMEST, pero hasta el momento

dichos instrumentos predictivos no ha sido evaluados de manera prospectiva respecto a su uso por los profesionales de la emergencia prehospitalaria en contextos extrahospitalarios. A través de la evaluación del uso en una amplia gama de sistemas SEM de una probabilidad límite ACI-TIPI ≥ 75% respecto a los cuadros de SCA, junto con la aplicación del instrumento predictivo TPI, en nuestro estudio se demuestra que estas estrategias permiten que los profesionales de la emergencia prehospitalaria adquieran la capacidad diagnóstica necesaria en lo que se refiere a los cuadros de SCA y IMEST. Por otra parte, esta mejora se tradujo en un aumento de las proporciones de pacientes con SCA y IMEST que fueron tratados mediante ICP, lo que representa un objetivo último importante de todo este proceso.

En nuestro estudio también se ha demostrado que la forma con la que los médicos de los SU utilizan el instrumento predictivo ACI-TIPI para complementar su juicio clínico (con un rango de probabilidad 0-100% respecto al SCA) no es la manera óptima con la que dicho instrumento se debe aplicar en el contexto de los

TABLA 4. Resultados relativos al diagnóstico y el tratamiento (N = 437, número total de participantes)

Diagnóstico confirmado	Fase 1	Fase 2	Valor de p para las fases 1 y 2*	Fase 3
Todos los participantes	n= 107	n= 104		n= 226
Diagnóstico de SCA (diagnósticos verdaderamente positivos), % del total	45,8% (49)	76,0% (79)	< 0,0001	74,3% (168)
Diagnóstico de IAM, % del total	27,1% (29)	64,4% (67)	< 0,0001	60,2% (136)
Diagnóstico de IMEST, % del total	18,7% (20)	51,9% (54)	< 0,0001	48,7% (110)
Subgrupo de participantes con SCA	n = 49	n = 79		n = 168
Diagnóstico de IAM, % de SCA	59,2% (29)	84,8% (67)	0,001	81,0% (136)
Diagnóstico de IMEST, % del subgrupo	40,8% (20)	68,4% (54)	0,002	65,5% (110)
ICP, % del subgrupo	30,6% (15)	57,0% (45)	< 0,004	50,6% (85)
Subgrupo de participantes con IMEST	n = 20	n = 54		n = 110
ICP, % del subgrupo	75,0% (15)	83,3% (45)	0,4	82,7% (91)

IAM: infarto agudo del miocardio; ICP: intervención coronaria percutánea; IMEST: infarto miocárdico con elevación del segmento ST; SCA: síndrome coronario agudo.

\*Los valores de p proceden de la prueba de Cochran-Mantel-Haenszel para la asociación general con control de la localidad, con comparación de los porcentajes de diagnóstico confirmado entre las fases 1 y 2. Las interacciones entre la fase y la localidad fueron evaluadas mediante la prueba de Breslow-Day para la homogeneidad de los cocientes de posibilidades respecto a cada diagnóstico confirmado y en ningún caso se alcanzó la significación (p > 0,10 en todos los resultados).

SEM. Cuando los profesionales de la emergencia prehospitalaria utilizaron la estrategia 0-100% en la fase 1 tras una formación exhaustiva en la interpretación del ECG y en el uso de los instrumentos predictivos ACI-TIPI y TPI, su nivel de rendimiento fue similar al de los médicos de los SU: el 45,8% de sus diagnósticos de SCA correspondió a diagnósticos «verdaderamente positivos» (tabla 5). A pesar de que este nivel de rendimiento es aceptable para el diagnóstico de los cuadros de SCA/IAM en el SU, no suficiente para la aplicación de tratamientos frente a los cuadros de SCA y de IMEST en el escenario. Por otra parte, cuando se aplicó una escala ACI-TIPI continua 0-100% en los pacientes identificados como cuadros de SCA por los profesionales de la emergencia prehospitalaria, solamente el 59,2% presentó realmente un IAM y el 40,8% un IMEST, en lo que son proporciones insuficientes de IAM y de IMEST para justificar la activación por parte del SEM de los equipos del laboratorio de ICP en el hospital receptor. Por el contrario, al aplicar el límite en el instrumento

ACI-TIPI y el instrumento TPI, estos porcentajes se incrementaron hasta el 85,8 y el 73,0%, respectivamente, lo que se consideró por los hospitales participantes como porcentajes suficientes para activar la denominada «alerta IMEST».

Tras la aplicación en la fase 2 del límite del 75% en el instrumento ACI-TIPI, además del instrumento predictivo TPI, la proporción de diagnósticos falsamente positivos de SCA se redujo a menos de la mitad, hasta el 20,4%. Por otra parte, durante la fase 2 hubo en los pacientes con SCA una proporción mayor de cuadros de SCA que correspondieron a IAM (84,8%) y dentro del grupo de los casos de IAM hubo una proporción mayor de IMEST (80,6%) (el 68,4% de todos los pacientes con SCA). Esta identificación de los cuadros de SCA, con una proporción mayor de pacientes de este tipo con IAM y IMEST, permitió alcanzar el objetivo del estudio IMMEDIATE y posiblemente hubiera cubierto los requerimientos para un elevado número de tratamientos dirigidos contra los cuadros de SCA. Des-

TABLA 5. Diagnósticos confirmados en función de la clasificación retrospectiva mediante el instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo (ACI-TIPI, *acute cardiac ischemia time-insensitive predictive instrument*) con un límite ( $\geq 75\%$ ) o en función de la detección mediante el instrumento predictivo de la idoneidad de la trombólisis (TPI, *thrombolytic predictive instrument*) respecto a la presencia de infarto miocárdico con elevación del segmento ST (N = 437)\*

	ACI-TIPI $\geq 75\%$ o activación por el instrumento TPI	ACI-TIPI $\leq 75\%$ y ausencia de activación por el instrumento TPI	Valor de p <sup>b</sup>
Todos los pacientes con dolor torácico o con sintomatología sugestiva de SCA			
Proporción de pacientes con SCA (diagnósticos verdaderamente positivos)	79,6% (226/284)	45,2% (66/146)	< 0,0001
Proporción de pacientes sin SCA (diagnósticos falsamente positivos)	20,4% (58/284)	54,8% (80/146)	
Pacientes con SCA			
Proporción con IAM	85,8% (194/226)	53,0% (35/66)	< 0,0001
Proporción con IMEST	73,0% (165/226)	25,8% (17/66)	< 0,0001

ACI-TIPI: instrumento predictivo de la isquemia cardíaca aguda independiente del tiempo; IAM: infarto agudo del miocardio; IMEST: infarto de miocardio con elevación del segmento ST; SCA: síndrome coronario agudo; TPI: instrumento predictivo de la idoneidad de la trombólisis.

\*En 7 participantes no fue posible obtener los datos necesarios para determinar si estaban presentes o no los criterios «ACI-TIPI  $\geq 75\%$ » o «activación por el instrumento TPI».

<sup>b</sup>Los porcentajes de los diagnósticos confirmados fueron comparados mediante la prueba  $\chi^2$ .

de la perspectiva de los sistemas de SEM, estas cifras cumplieron los requisitos necesarios para la identificación de los pacientes con SCA por parte de los SEM en el contexto extrahospitalario, con lo que ello conlleva respecto a su tratamiento y su traslado. Además, los sistemas de SEM que participaron en el estudio consideraron sencillo el uso del límite en el instrumento predictivo ACI-TIPI, además del TPI, tras su aplicación en el contexto extrahospitalario en el que los profesionales de la emergencia prehospitalaria deben evaluar a los pacientes, además de que dicho uso no exigió la adquisición de ningún tipo de equipo adicional. (Con el objetivo de no alterar las prácticas de los SEM locales respecto a la identificación del IMEST, incluyendo el control mediante supervisión médica, si estas estrategias se hubieran aplicado realmente los pacientes que cumplieron los criterios de «alerta por IMEST» en función del SEM local también habrían sido considerados por los profesionales de la emergencia prehospitalaria como pacientes con SCA/IMEST y, por tanto, susceptibles de participación en el estudio IMMEDIATE y de tratamiento posterior.) Aplicada en el conjunto ampliado de 11 sistemas de SEM extrahospitalario, esta estrategia dio lugar a impacto similar.

En esta primera aplicación de la estrategia propuesta, los profesionales de la emergencia prehospitalaria no utilizaron de manera exclusiva el instrumento ACI-TIPI con límite y el instrumento TPI para la determinación de los cuadros de SCA. Especialmente al principio, durante la fase 2, cuando pasaron del uso de una puntuación ACI-TIPI continua a la aplicación de un límite todavía incluyeron a pacientes que no cumplían estos criterios. (En la fase 3, cuando la formación incluyó únicamente el uso del instrumento ACI-TIPI con límite, la inclusión de los pacientes fue más selectiva.) Por tanto, para comprender el potencial de estas estrategias, clasificamos retrospectivamente a todos los pacientes como si se hubiera aplicado de manera estricta la estrategia ACI-TIPI con límite/TPI. De esta manera, la proporción de diagnósticos falsamente positivos de SCA fue incluso inferior a la correspondiente al escenario (19,2%) y en el conjunto de los pacientes identificados como cuadros de SCA el 86,4% presentó un IAM, mientras que el 84,3% de estos últimos pacientes presentó un IMEST (es decir, el 72,8% de los cuadros de SCA correspondió a un IMEST). Estos datos sugieren que, aunque se consiguió un rendimiento excelente tan sólo con la formación de los profesionales de la emergencia prehospitalaria respecto a la aplicación de la estrategia ACI-TIPI con límite/TPI en los electrocardiogramas, es posible que con la mejora obtenida en función de la información que se les ofreció posteriormente a los profesionales de la emergencia prehospitalaria<sup>14</sup> hubiera sido posible alcanzar un rendimiento todavía mejor.

Es destacable el hecho de que la estrategia utilizada por los diversos sistemas de SEM que participaron en

el estudio no requirió equipos, sistemas ni habilidades especiales para la transmisión del ECG, no dio lugar a ninguna forma de interferencia o retraso asistenciales, y no requirió ningún tipo de formación especial para la identificación del IMEST. Así, tal como queda ilustrado en la fase 3, la formación solamente requirió 1,5 h. La aplicación de la intervención solamente necesitó el software ACI-TIPI y TPI convencional en los electrocardiogramas de los SEM. Esta estrategia podría constituir una opción atractiva en las localidades o zonas geográficas en las que se pretenda mejorar los diagnósticos de los cuadros de SCA y IMEST efectuados por los sistemas de SEM minimizando, al mismo tiempo, las interferencias con la asistencia y también los costes económicos. También podría tener utilidad para que los sistemas de SEM pudieran identificar a los pacientes que deben ser trasladados directamente a centros con posibilidades de realización de ICP y, simultáneamente, para la identificación de los pacientes en los que *no* está justificado un traslado especial para la aplicación de medidas de reperfusión. La estrategia señalada podría facilitar la preparación apropiada de los hospitales receptores y podría tener utilidad para incrementar la efectividad del uso de los recursos de ICP y de los hospitales comunitarios.

En la actualidad, la mitad de los pacientes que llegan al SU con sintomatología sugestiva de SCA es trasladada por un SEM y es de esperar que en el futuro la mayor parte de estos pacientes pueda recibir una asistencia prehospitalaria. En el caso de estos pacientes, la asistencia de emergencia se inicia antes de su llegada al SU y las mejoras en el reconocimiento y el tratamiento de los cuadros de SCA en el contexto prehospitalario deberían dar lugar a una evolución mejor de los pacientes una vez que alcanzan el hospital. Especialmente en lo que se refiere a los pacientes con cuadros clínicos más graves, se deberían mejorar los procesos de transición desde el SEM hasta el SU y la asistencia hospitalaria a través de los procesos de compartición de la información y de apoyo a la decisión clínica, especialmente en lo que se refiere a los tratamientos de los cuadros en los que el tiempo es importante, como los SCA y los IMEST. Por otra parte, el incremento en la capacidad de reconocimiento de los cuadros de SCA y de IMEST en el contexto prehospitalario va a permitir una alerta más rápida de los profesionales y los equipos del SU receptor, con reducción del retraso hasta el tratamiento, incluyendo la ICP. Los programas STEMI Alert<sup>15</sup> y Cardiac Point of Entry<sup>16-18</sup>, incluyendo la participación de los sistemas de SEM y los hospitales comunitarios en los programas de mejora de la calidad, ofrecen la oportunidad de influir en el resultado de la asistencia prestada a los pacientes con IMEST<sup>19</sup>. La estrategia utilizada en nuestro estudio apoya la implementación de estos programas, sobre todo teniendo en cuenta sus posibilidades en cuanto a la mejora asistencial.

## LIMITACIONES

Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran varias posibles limitaciones. En primer lugar, en este estudio se aplicó un diseño semiexperimental de tipo antes-después respecto a la aplicación de una intervención, más que una estrategia de asignación aleatoria. Este diseño fue necesario debido a la naturaleza de la intervención experimental y de las operaciones prácticas que llevan a cabo los sistemas SEM. Una vez que los electrocardiógrafos fueron programados para ofrecer resultados ACI-TIPI y TPI en cada paciente, y que los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron la formación necesaria para el uso del límite en el instrumento predictivo ACI-TIPI, fue imposible que el límite del 75% pudiera ser utilizado de manera aleatoria. No hubo, en este sentido, ninguna otra posibilidad práctica que nos permitiera comparar la estrategia de la aplicación del límite con la estrategia de la escala continua utilizada en los SU; el diseño más adecuado para este estudio fue el que permitió determinar los parámetros basales de rendimiento con la estrategia ACI-TIPI habitual antes de la aplicación de la nueva estrategia para, después de ello, aplicar la intervención. Este diseño tuvo la ventaja de permitir que los mismos sistemas de SEM utilizaran ambas estrategias para evaluar de forma directa el impacto de la intervención. El hecho de que el impacto de la intervención fuera evaluado en todas las localidades durante las fases 1 y 2, y también cuando se añadieron localidades nuevas durante la fase 3, apoya la conclusión de que la intervención experimental fue la causa del cambio observado y de que la intervención experimental dio lugar a un impacto reproducible.

Una posible limitación está relacionada con el hecho de que la prevalencia de los cuadros de SCA y las características generales de un grupo de población pueden variar en función del contexto, lo que podría limitar la posibilidad de extrapolación de los resultados. En nuestro estudio, los hallazgos positivos en toda la gama de sistemas SEM de las distintas localidades participantes en el estudio, incluyendo los correspondientes a las áreas urbanas, suburbanas y rurales, representan una evidencia de la amplia aplicabilidad de la estrategia utilizada. Una posible limitación a la extrapolación de los resultados en los estudios correspondientes a la clasificación y el tratamiento por parte de los sistemas SEM (y en los SU) podría estar relacionada con las restricciones en los criterios de participación. Por ejemplo, si solamente hubieran participado pacientes con dolor torácico, los resultados podrían no ser aplicables al 13-25% de los pacientes con SCA/IAM que no presentaban dolor torácico. Dado que en el estudio IMMEDIATE se consideró la participación de *todos* los pacientes con síntomas sugestivos de SCA, sus resultados deberían ser aplicables a los pacientes con una amplia gama de síntomas sugestivos

de SCA atendidos por los SEM en el contexto extrahospitalario.

Otra dificultad que acompaña a estos estudios es la relacionada con la consideración de todos los cuadros de SCA, más que únicamente de los correspondientes a IAM o a IMEST, en el sentido de que el diagnóstico definitivo del SCA ofrece más dificultades que el diagnóstico del IAM o del IMEST. No obstante, la identificación de la angina de pecho inestable como parte del SCA es importante desde el punto de vista clínico no solamente debido a que se acompaña de su propia tasa de mortalidad (aunque inferior a la del IAM) sino también a que la monitorización y el tratamiento durante el período inicial de riesgo alto persigue la prevención de la progresión hacia un IAM, que puede tener lugar finalmente en alrededor del 9% de los pacientes con angina inestable<sup>20,21</sup>. Por tanto, la importancia de considerar la asistencia de todos los pacientes con SCA, más que únicamente la de los pacientes con IAM, IMEST o ambos, llevó al NIH National Heart Attack Alert Program a modificar su objetivo inicial de valoración de los casos de IAM por el de la valoración de *todos* los cuadros de SCA<sup>22</sup>. Así, con objeto de maximizar la relevancia clínica de nuestro estudio en la práctica extrahospitalaria de los SEM, en él se evaluó la estrategia de intervención en todos los pacientes con SCA.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran que en una amplia gama de contextos la aplicación en los electrocardiógrafos extrahospitalarios y por parte de los profesionales de la emergencia prehospitalaria de un límite del 75% en el instrumento predictivo ACI-TIPI, junto con el instrumento predictivo TPI, puede dar lugar a niveles de rendimiento excelentes en la identificación de los cuadros de SCA, incluyendo los casos de IAM y de IMEST, al tiempo que permite incrementar la tasa de realización de ICP en los pacientes atendidos por los SEM. Esta estrategia podría facilitar la identificación y el tratamiento rápidos y precisos de los pacientes con SCA y con IAM/IMEST en el contexto extrahospitalario y, por ello, podría influir de manera importante en los resultados de carácter asistencial.

## Bibliografía

- Eckstein M, Cooper E, Nguyen T, Pratt FD. Impact of paramedic transport with prehospital 12-lead electrocardiography on door-to-balloon times for patients with ST-segment elevation myocardial infarction. Prehosp Emerg Care. 2009;13:203-6.
- Lee CH, Van Gelder CM, Cone DC. Early cardiac catheterization laboratory activation by paramedics for patients with ST-segment elevation myocardial infarction on prehospital 12-lead electrocardiograms. Prehosp Emerg Care. 2010;14:153-8.
- Turnipseed SD, Amsterdam EA, Laurin EG, Lichty LL, Miles PH, Diercks DB. Frequency of non-ST-segment elevation injury patterns on prehospital electrocardiograms. Prehosp Emerg Care. 2010;14:1-5.

4. Davis DP, Graydon C, Stein R, et al. The positive predictive value of paramedic versus emergency physician interpretation of the prehospital 12-lead electrocardiogram. *Prehosp Emerg Care*. 2007;11:399–402.
5. Ting HH, Krumholz HM, Bradley EH, et al. Implementation and integration of prehospital ECGs into systems of care for acute coronary syndromes. *Circulation*. 2008;118:1066–79.
6. Weaver WD, Cerqueira M, Hallstrom AP, et al. Prehospital-initiated vs hospital-initiated thrombolytic therapy: the myocardial infarction triage and intervention trial. *JAMA*. 1993;270:1211–6.
7. Aufderheide TP, Michael HK, Hendley GE, et al. Milwaukee Prehospital Chest Pain Project—phase I: feasibility and accuracy of prehospital thrombolytic candidate selection. *Am J Cardiol*. 1992;69:991–6.
8. Selker HP, Beshansky JR, Griffith JL, et al. Use of the Acute Cardiac Ischemia Time-Insensitive Predictive Instrument (ACI-TIPI) to assist emergency department triage of patients with chest pain or other symptoms suggestive of acute cardiac ischemia: a multicenter controlled clinical trial. *Ann Intern Med*. 1998;129:845–55.
9. Selker HP, Griffith JG, Beshansky JR, et al. Patient-specific predictions of outcomes in myocardial infarction for real-time emergency use: a thrombolytic predictive instrument. *Ann Intern Med*. 1997;127:538–56.
10. Aufderheide TP, Rowlandson I, Lawrence SW, Kuhn EM, Selker HP. A test of the Acute Cardiac Ischemia Time-Insensitive Predictive Instrument (ACI-TIPI) for prehospital use. *Ann Emerg Med*. 1996;27:193–8.
11. Gillum RF, Fortmann SP, Prineas RJ, Kottke TE. International diagnostic criteria for acute myocardial infarction and acute stroke. *Am Heart J*. 1984;108:150–8.
12. Campeau L. Grading of angina pectoris [letter]. *Circulation*. 1976;54:522–3.
13. Pope JH, Ruthazer R, Beshansky JR, Griffith JL, Selker HP. Clinical features of emergency department patients presenting with symptoms suggestive of acute cardiac ischemia: a multicenter study. *J Thromb Thrombolysis*. 1998;6:63–74.
14. Daudelin D, Selker HP. Medical error prevention in ED triage for ACS: use of cardiac care decision support and quality improvement feedback. *Cardiol Clin*. 2005;23:601–4.
15. Brown JP, Mahmud E, Dunford JV, Ben-Yehuda O. Effect of prehospital 12-lead electrocardiogram on activation of the cardiac catheterization laboratory and door-to-balloon time in ST-segment elevation acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2008;101:158–61.
16. Gross BW, Dauterman KW, Moran MG, et al. An approach to shorten time to infarct artery patency in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2007;99:1360–3.
17. Morrison LJ, Brooks S, Sawadsky B, McDonald A, Verbeek PR. Prehospital 12-lead electrocardiography impact on acute myocardial infarction treatment times and mortality: a systematic review. *Acad Emerg Med*. 2006;13:84–9.
18. Moyer P, Feldman J, Levine J, et al. Implications of the mechanical (PCI) vs thrombolytic controversy for ST segment elevation myocardial infarction on the organization of emergency medical services: the Boston EMS experience. *Crit Pathw Cardiol*. 2004;3:53–61.
19. Boden WE, Eagle K, Granger CB. Reperfusion strategies in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a comprehensive review of contemporary management options. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:917–29.
20. Unstable angina pectoris: National Cooperative Study Group to Compare Medical and Surgical Therapy. IV. Results in patients with left descending coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 1981;48:517–24.
21. Krause KR, Hutter AM Jr, DeSanctis RW. Acute coronary insufficiency. Course and follow-up. *Circulation*. 1972;45(1 suppl):I66–71.
22. Selker HP, Zalenski RJ, Antman EM, et al. An evaluation of technologies for identifying acute cardiac ischemia in the emergency department: a report from a National Heart Attack Alert Working Group. *Ann Emerg Med*. 1997;29:13–87.