



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia  
Grado en Enfermería  
Trabajo Fin de Grado**

**Revisión Bibliográfica Sistemática**

**“MANEJO PREHOSPITALARIO DEL  
SÍNDROME CORONARIO AGUDO”**

*Cristina Borrego Alfaraz*

**Tutor. Prof. Dr. Fernando Sánchez Hernández**

**Mayo, 2017**



*Al Prof. Dr. Fernando Sánchez Hernández, mi más sincero agradecimiento por dirigirme este trabajo y dedicarle parte de su tiempo.*

*A la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia por estos cuatro años de ilusión y aprendizaje.*

*A mi familia, ya que gracias a su apoyo incondicional he llegado hasta aquí.*

# ÍNDICE

<b>1.- RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>2.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3.- OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>4.- ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS</b>	<b>9</b>
<b>5.- SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	<b>10</b>
<b>5.1.- ABORDAJE INICIAL</b>	<b>10</b>
<b>5.1.1. MONITORIZACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>5.1.2. TRATAMIENTO INICIAL</b>	<b>10</b>
<b>5.2.- ECG PREHOSPITALARIO</b>	<b>13</b>
<b>5.3. INTERVENCIONES TERAPÉUTICAS</b>	<b>16</b>
<b>5.4. FIBRINÓLISIS PREHOSPITALARIA</b>	<b>18</b>
<b>6.- CONCLUSIONES</b>	<b>20</b>
<b>7.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>21</b>

# ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>AAS</b>	Ácido acetilsalicílico.
<b>ADP</b>	Adenosina difosfato.
<b>AHA</b>	American Heart Association.
<b>ECG</b>	Electrocardiograma.
<b>ERC</b>	European Resuscitation Council.
<b>ESC</b>	European Society of Cardiology.
<b>HNF</b>	Heparina no fraccionada.
<b>IAM</b>	Infarto agudo de miocardio.
<b>ICP</b>	Intervención coronaria percutánea.
<b>IV</b>	Intravenoso.
<b>NICE</b>	National Institute for Health and Care Excellence.
<b>PAD</b>	Presión arterial diastólica.
<b>PaO<sub>2</sub></b>	Presión parcial de oxígeno.
<b>PAS</b>	Presión arterial sistólica.
<b>RCP</b>	Reanimación cardiopulmonar.
<b>SCA</b>	Síndrome coronario agudo.
<b>SCACEST</b>	Síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST.
<b>SCASEST</b>	Síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST.
<b>SEMES</b>	Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias.
<b>SH</b>	Sala de hemodinámica.
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturación de oxígeno.

# 1.- RESUMEN

La cardiopatía isquémica, concretamente el [síndrome coronario agudo](#), es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. Además, con el envejecimiento de la población, su incidencia aumentará en las próximas décadas. Es por ello por lo que el conocimiento sobre este tema y la mejora en su abordaje se tornan imprescindibles.

De esta manera, el manejo prehospitalario del síndrome coronario agudo se caracteriza por su rápida detección a través de la interpretación de un [electrocardiograma](#) prehospitalario, su [notificación temprana](#) en el hospital receptor, el [manejo de los tiempos](#) y la [administración de medicación](#) apropiada.

En su abordaje inicial se emplean diferentes fármacos, encontrándose entre ellos el ácido acetilsalicílico, la nitroglicerina, la morfina y el oxígeno, siendo la administración de este último causa de ciertas divergencias. También, existen discrepancias en cuanto a la administración de algunos medicamentos en el ámbito prehospitalario como alternativa a su administración hospitalaria.

Igualmente, hay cierta disparidad en cuanto al tiempo máximo idóneo tras el inicio de los síntomas para realizar una intervención coronaria percutánea y al empleo de la fibrinólisis prehospitalaria como alternativa. Pero lo que es evidente es que el [manejo de los tiempos y una rápida actuación en el ámbito prehospitalario](#) son primordiales en relación con la supervivencia del paciente.

## **PALABRAS CLAVE**

Síndrome coronario agudo, manejo prehospitalario, oxigenoterapia, fibrinólisis prehospitalaria.

## 2.- INTRODUCCIÓN

El síndrome coronario agudo (SCA) hace referencia a los cuadros clínicos relacionados con la **isquemia miocárdica** producida por disminución o interrupción del flujo sanguíneo coronario. Se produce un desequilibrio entre el aporte de oxígeno y su demanda en el tejido miocárdico<sup>1</sup>.

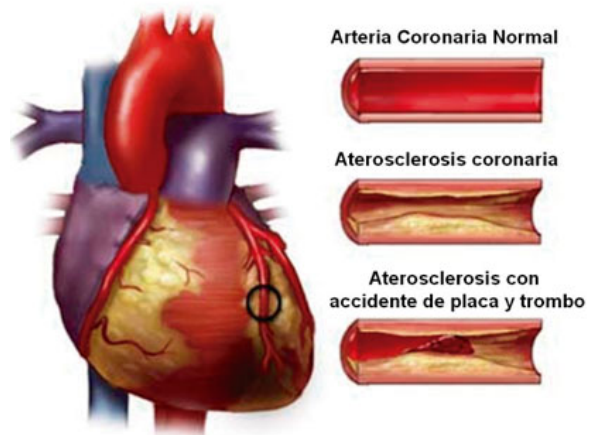
El SCA se clasifica en **SCA con elevación del segmento ST** (SCACEST) que incluye el infarto agudo de miocardio (IAM) y en **SCA sin elevación del segmento ST** (SCASEST) que incluye la angina inestable<sup>1</sup>.

El **IAM** se define como la **necrosis aguda de cardiomiocitos** como consecuencia de un episodio de isquemia grave y prolongado. El IAM de tipo 1 se debe a la rotura, fisura, erosión, ulceración o disección de una placa aterosclerótica que da lugar a la formación de un trombo intraluminal en una o más arterias coronarias, con la posterior reducción del flujo miocárdico y la consiguiente necrosis miocárdica. El IAM de tipo 2 está causado por un aumento de la demanda de oxígeno o por una disminución de su aporte por espasmo de la arteria coronaria, embolia coronaria, anemia, arritmias, hipertensión o hipotensión o por una intervención quirúrgica (angioplastia coronaria). El IAM de tipo 3 es la muerte súbita cardíaca inesperada que incluye la parada cardíaca<sup>1,2</sup>. Los síntomas del IAM pueden ser más fuertes que los de la angina y, a menudo, persisten durante más tiempo (más de 15-20 minutos)<sup>3</sup>.

La **angina inestable**, según la “European Society of Cardiology” (ESC), se define como *“una isquemia miocárdica en reposo o con mínimo esfuerzo en ausencia de necrosis de cardiomiocitos”*<sup>2</sup>. Se manifiesta por molestia, dolor u opresión generalmente torácica<sup>1</sup>.

El síntoma típico que presenta el SCA es la **molestia en el tórax**, pero también se pueden presentar otros síntomas como molestia en otras zonas de la parte superior del cuerpo, dificultad respiratoria, sudoración, náuseas, vómitos y mareo. En la mayoría de los casos el paciente experimentará molestia en el tórax o en la parte superior del cuerpo y disnea como síntomas predominantes acompañados de diaforesis, náuseas, vómitos y mareo aunque la presentación aislada de estos últimos de manera predominante es excepcional<sup>3</sup>.

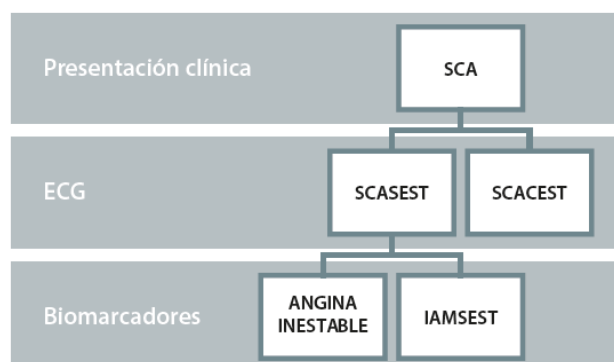
El SCA es la fase final de una serie de diversos factores involucrados en la **aterotrombosis** que llevan a su complicación final que es la rotura de una placa de ateroma vulnerable o su erosión con la siguiente trombosis. La exposición crónica y repetida a los **factores de riesgo cardiovascular** produce la activación y disfunción del endotelio que conlleva la disminución



**Figura 1. Aterosclerosis.**

en la biodisponibilidad del óxido nítrico y de sus mecanismos de protección cardiovascular. A partir de esta disfunción, se desarrollan placas ateroscleróticas (**figura 1**) formadas por células espumosas (monocitos convertidos en macrófagos que contienen lípidos fagocitados), células del músculo liso y lípidos extracelulares recubiertos por una capa rica en colágeno en contacto con la luz vascular. A medida que aumenta de volumen, se incrementa el contenido de colesterol. Todos estos factores junto con un entorno de alta densidad inflamatoria llevan a la **destrucción (fisura y/o ruptura) de la placa de ateroma**. La exposición de los componentes de la matriz subendotelial induce la adhesión, activación y agregación plaquetarias, con producción de un **trombo plaquetario** que puede originar un **evento isquémico coronario**<sup>4,5</sup>. Además, el dolor característico del SCA produce activación del sistema nervioso simpático que produce vasoconstricción<sup>6</sup>.

El SCA se sospecha por los **antecedentes personales, los síntomas y la exploración física**, se clasifica en SCACEST o SCASEST conforme a los resultados del **electrocardiograma** (ECG) y se diagnostica o no de un IAM según la elevación o no de los **niveles de troponina en sangre**<sup>1</sup>, es decir, únicamente cuando hay evidencia de necrosis miocárdica<sup>7</sup>.



**Gráfico 1. Clasificación del síndrome coronario agudo.**

El **diagnóstico y tratamiento inmediatos** son imprescindibles para el rescate del miocardio en las primeras horas en el caso del SCACEST. Además, el manejo temprano del SCASEST reduce los eventos adversos y mejora el resultado. En el caso del SCACEST, este reconocimiento también permite la notificación temprana en el hospital receptor y la preparación para la terapia de reperfusión<sup>3</sup>.

El síndrome coronario agudo se incluye en el grupo de cardiopatías isquémicas las cuales constituyen una de las **principales causas de muerte a nivel mundial**<sup>7,8</sup>. Además, su incidencia aumentará en las próximas décadas debido al crecimiento de la población envejecida<sup>8</sup>. En la última década, la incidencia del SCACEST ha disminuido mientras que la del SCASEST ha aumentado aunque los pacientes con SCASEST presentan menores índices de mortalidad a corto plazo que los pacientes con SCACEST<sup>2</sup>.

Los pasos para el **abordaje prehospitalario del síndrome coronario agudo** se pueden resumir en:

1. Monitorizar, mantener ABCs y prepararse para realizar reanimación cardiopulmonar (RCP) y desfibrilación.
2. Considerar y administrar tratamiento inicial adecuado.
3. Obtener un ECG de 12 derivaciones. Si se trata de una elevación del segmento ST, notificar en el hospital receptor.
4. El hospital receptor debe movilizar recursos.
5. Considerar fibrinólisis prehospitalaria.



### 3.- OBJETIVOS

El **objetivo principal** de este trabajo es realizar una búsqueda y síntesis bibliográfica que nos permita saber con precisión cómo manejar de manera eficaz y eficiente el síndrome coronario agudo en el medio prehospitalario, tanto el SCACEST como el SCASEST. No se incluyen otros cuadros clínicos relacionados con la cardiopatía isquémica como la angina de pecho estable o la muerte súbita.

#### Objetivos específicos:

- Definir y comprender el concepto de síndrome coronario agudo así como su clasificación.
- Saber reconocer los síntomas e identificar el tipo de síndrome coronario agudo mediante la interpretación de un electrocardiograma.
- Conocer la forma de actuación en el medio prehospitalario en función del tipo de síndrome coronario agudo.
- Comprender qué tipo de hospital debe recibir al paciente para un adecuado tratamiento posterior.
- Entender la estrategia terapéutica adecuada a seguir en cada momento así como cada uno de los fármacos que se pueden emplear para su tratamiento en el ámbito prehospitalario.

#### Objetivo explícito:

Promover el empleo de un pensamiento crítico para poner en práctica los principios del manejo del síndrome coronario agudo en función del estado del paciente y de los recursos disponibles.

## 4.- ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS

La fuente principal empleada como directriz para este trabajo ha sido la actualización del año 2015 de las Guías para la Reanimación Cardiopulmonar y el Cuidado Cardiovascular en Emergencias (“[2015 Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care](#)”) de la “American Heart Association” (AHA). Las recomendaciones que aquí se incluyen están basadas en un exhaustivo proceso de revisión de estudios científicos.

Además, se han empleado para la búsqueda bibliográfica las [base de datos](#) “PubMed”, que es específica de ciencias de la salud y “Dialnet”. De manera añadida, se han utilizado [otros recursos en internet](#) siempre en relación con el tema a tratar, principalmente el [buscador científico](#) llamado “Google Académico”. Tanto las bases de datos como el buscador científico proporcionan una búsqueda avanzada, de tal forma que en ellos se ha realizado una búsqueda de artículos en inglés y en español, encontrando resultados satisfactorios, especialmente en inglés.

Concretamente, en la base de datos “PubMed” se utilizaron las palabras clave “acute coronary syndrome” y “prehospital” encontrando 219 artículos de los cuales 120 se desecharon por el título, otros 29 por el resumen y otros 62 leyéndolos al completo. Finalmente, se utilizaron 8 para el desarrollo del trabajo. Además, en la base de datos “Dialnet” se realizó una búsqueda con las palabras clave “fibrinólisis prehospitalaria” en la que se encontraron 9 documentos de los cuales tan sólo se utilizó uno. También, en el buscador “Google Académico” se realizó una búsqueda avanzada a partir de la cual se encontraron 5 artículos utilizados para el presente trabajo. Asimismo, se han utilizado guías de actuación actualizadas de diversas instituciones reconocidas internacionalmente.

A todo ello se suman los recursos disponibles en las diferentes bibliotecas de la Universidad de Salamanca, especialmente en la [biblioteca de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia](#).

Así, la [pretensión](#) del trabajo es conocer conceptos e ideas básicas sobre el síndrome coronario agudo y su manejo prehospitalario.

## 5.- SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 5.1.- ABORDAJE INICIAL

#### 5.1.1. MONITORIZACIÓN

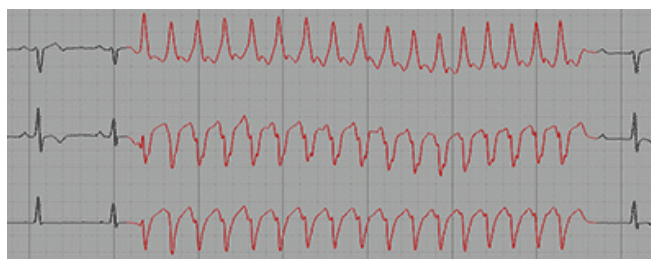
La última actualización de las Guías de la AHA recoge como prioridad en el abordaje inicial del paciente con sospecha de SCA la [monitorización de los signos vitales y del ritmo cardíaco](#) y la preparación para realizar RCP y desfibrilación por si fueran necesarias<sup>3,8</sup>, debido a que la fibrilación ventricular (**figura 2**) y la taquicardia

ventricular (**figura 3**) sin pulso son los ritmos que se presentan en la mayoría de casos de muerte por SCA<sup>3</sup>. Asimismo, el



**Figura 2. Fibrilación ventricular.**

“National Institute for Health and Care Excellence” (NICE) especifica que se deben monitorizar el pulso, la presión arterial, el ritmo cardíaco y la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>)<sup>9</sup>.



**Figura 3. Taquicardia ventricular.**

#### 5.1.2. TRATAMIENTO INICIAL

Existe concordancia entre la mayoría de fuentes revisadas en la recomendación de administrar [ácido acetilsalicílico \(AAS\)](#) a todos los pacientes con sospecha de SCA tan pronto como sea posible tras el inicio de los síntomas<sup>2,3,7,9,10</sup>, a menos que haya clara evidencia de [alergia](#)<sup>3,9,10</sup> o [hemorragia gastrointestinal activa o reciente](#)<sup>3,10</sup>, ya que su administración temprana se ha asociado con una disminución de la mortalidad debido a que reduce la oclusión coronaria y los eventos isquémicos recurrentes tras la terapia fibrinolítica<sup>3</sup>.

La AHA recomienda administrar una dosis de 160-325 mg de AAS oral sin cubierta entérica<sup>3</sup> mientras que la ESC indica 150-300 mg de AAS oral o 150 mg de AAS intravenoso (IV)<sup>2</sup>. No obstante, la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias de Andalucía (SEMES-Andalucía) sostiene que se debe administrar una

dosis de 300 mg de AAS oral sin cubierta entérica o administrar AAS IV en el caso de que el paciente no tolere la vía oral<sup>8</sup>. Finalmente, cabe mencionar que según el “European Resuscitation Council” (ERC), los antiplaquetarios como el AAS son cruciales tanto en el tratamiento del SCACEST como del SCASEST<sup>10</sup>.

Por otro lado, la AHA recomienda administrar hasta tres dosis de [nitroglicerina de acción rápida por vía sublingual](#), tanto en forma de comprimidos como de aerosol, con intervalos de tres a cinco minutos hasta mitigar el dolor, excepto en pacientes con presión arterial sistólica (PAS) inicial menor de 90 mmHg o pacientes que presenten infarto del ventrículo derecho. También se recomienda tener precaución en pacientes con SCACEST de la pared inferior y sospecha de implicación del ventrículo derecho<sup>3</sup>. Además, los nitratos están contraindicados cuando se han administrado inhibidores de la fosfodiesterasa-5 en menos de 24 horas<sup>2,3</sup>.

De manera añadida, tanto la ESC como el ERC y SEMES-Andalucía recomiendan titular al alza la dosis hasta que los síntomas se reduzcan, a menos que se produzcan efectos secundarios<sup>2,8,10</sup>, haciendo la ESC especial hincapié en que su administración no está indicada cuando los síntomas ya están controlados<sup>2</sup>. El ERC recomienda una dosis de 0,4 mg de nitroglicerina sublingual cada cinco minutos hasta tres dosis<sup>10</sup>.

Igualmente, la gran mayoría de fuentes revisadas indican la administración de [morfina](#) en SCACEST cuando el dolor torácico no responde a los nitratos<sup>3,8,9,10</sup> y la AHA declara que debe ser utilizada con precaución en SCASEST<sup>3</sup>. La SEMES-Andalucía indica el uso de 5-10 mg de cloruro mórfico IV lento cada 5 minutos hasta un máximo de 20-25 mg<sup>8</sup>. Sin embargo, el ERC recomienda dosis de 3-5 mg IV que se pueden repetir cada pocos minutos hasta que desaparezca el dolor<sup>10</sup>.

Cabe mencionar que el tratamiento del dolor es primordial ya que este origina una activación del sistema nervioso simpático que produce vasoconstricción e intensifica el trabajo cardíaco. Wireklint et al subrayan el [potencial del personal de enfermería](#) de los servicios prehospitalarios para ayudar a los pacientes a sentir menos dolor y lograr el alivio de los síntomas<sup>6</sup>.

Además de lo anteriormente formulado, la SEMES-Andalucía subraya la importancia de tranquilizar al paciente y mantenerlo en reposo con la posibilidad de administrar [diazepam](#) 5 mg o [alprazolam](#) 0,5 mg por vía oral<sup>8</sup>. Aunque en el estudio “Anxiolytics

in patients suffering a suspected acute coronary syndrome” de Wireklint et al encontraron que la combinación de ansiolíticos y analgésicos en pacientes con sospecha de SCA en el ámbito prehospitalario no reduce la intensidad del dolor en comparación con la administración exclusiva del analgésico pero sí reduce la ansiedad y las náuseas y vómitos sin producir depresión respiratoria<sup>11</sup>.

También, en el primer artículo citado de Wireklint et al se menciona la labor del personal de enfermería en el alivio del estrés y la ansiedad del paciente que debe llevar a cabo a través de una comunicación efectiva con el objetivo de incrementar el confort<sup>6</sup>.

Por otro lado, tradicionalmente se ha administrado **oxígeno** de forma rutinaria a todos los pacientes con sospecha de SCA independientemente del nivel de saturación de oxígeno o de su estado respiratorio a pesar de ser una práctica no respaldada por suficiente evidencia científica<sup>3,12</sup>. No se ha demostrado que el suministro de oxígeno en pacientes con ausencia de hipoxemia reduzca la mortalidad o disminuya el dolor torácico<sup>3</sup>, sino que, además, altos niveles de oxígeno en sangre pueden ser perjudiciales para pacientes con SCA debido a su acción vasoconstrictora (y su consiguiente disminución del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo a las arterias coronarias) y a la producción de radicales libres de oxígeno<sup>12</sup>.

Varias fuentes revisadas coinciden en la recomendación de evitar la administración de oxígeno complementario en pacientes con SCA que presenten una **saturación de oxihemoglobina** del 94% o superior<sup>3,8,9,12</sup> y ausencia de dificultad respiratoria<sup>3,8</sup> debido, entre otros, a que produce cambios poco significativos en la presión parcial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>)<sup>12</sup> aunque, según la AHA, se debe considerar su administración en pacientes con normoxemia si bien actualmente no se ha demostrado su utilidad<sup>3</sup>. Tan solo el NICE subraya que se debe administrar en pacientes con una SpO<sub>2</sub> menor del 94% cuando no haya riesgo de insuficiencia respiratoria por hipercapnia con el objetivo de conseguir una SpO<sub>2</sub> del 94-98%<sup>9</sup>. Además, la AHA declara que en el caso de que el paciente presente **disnea**, **hipoxemia** o tenga signos claros de **insuficiencia cardíaca**, se aconseja valorar el tratamiento basándose en la saturación de oxihemoglobina<sup>3</sup>.

Sin embargo, la ESC sostiene que se debe administrar cuando la saturación de oxígeno sea menor del 90% o presente dificultad respiratoria<sup>2</sup> y el ERC indica su

administración exclusivamente si el paciente presenta signos de hipoxia, disnea o insuficiencia cardiaca. También manifiesta que siempre que la SpO<sub>2</sub> pueda ser medida de forma fidedigna, se debe administrar oxígeno para conseguir una SpO<sub>2</sub> del 94-98% o del 88-92% en pacientes con enfermedad obstructiva crónica<sup>10</sup>.

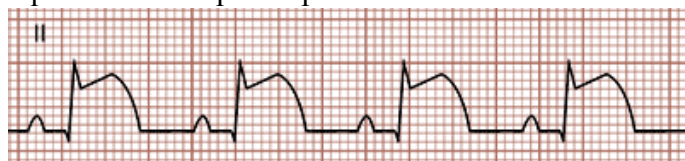
Por último, el “International Liaison Committee on Resuscitation” (ILCOR), a través del Consenso Internacional sobre la Reanimación Cardiopulmonar y la Atención Cardiovascular de Emergencia del año 2015, sugiere evitar la administración rutinaria de oxígeno suplementario en pacientes con normoxemia, esto es, en pacientes con una SpO<sub>2</sub> superior al 93% o del 93-96% con sospecha de SCA excepto si el paciente presenta un IAM anterior, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia respiratoria, shock cardiogénico, cianosis, SpO<sub>2</sub> menor del 85% o disnea por cualquier otra causa<sup>7</sup>. En el caso de que esté indicado, la SEMES-Andalucía recomienda administrar oxígeno a 2-3 litros por minuto<sup>8</sup>.

Cabe mencionar que en el artículo “Improving the safety of oxygen therapy in the treatment of acute myocardial infarctions” de Metcalfe se hace especial hincapié en la importancia de la monitorización de la SpO<sub>2</sub> mediante pulsioximetría como referencia para el uso de oxígeno suplementario. Sin embargo, destaca que esta prueba no mide el dióxido de carbono ni el pH de la sangre y que, por lo tanto, “no debe reemplazar nunca las habilidades del personal sanitario en el reconocimiento de los signos y síntomas de la hipoxia”<sup>13</sup>.

## 5.2.- ECG PREHOSPITALARIO

El ECG prehospitalario de doce derivaciones acelera el diagnóstico ya que puede proporcionar evidencia de elevación del segmento ST (**figura 4**), acorta el tiempo a la reperfusión tanto con fibrinolíticos como con intervención coronaria percutánea (ICP) y, por tanto, reduce la mortalidad<sup>3,10</sup>.

Prácticamente todas las fuentes revisadas coinciden en que el personal sanitario de los servicios de emergencias debe adquirir un ECG prehospitalario de doce derivaciones como rutina tan pronto como sea posible en pacientes con signos y síntomas de SCA<sup>2,3,7,8,9,10</sup>. De forma



**Figura 4. Elevación del segmento ST.**

añadida, la SEMES-Andalucía subraya que se debe realizar e interpretar en los **primeros diez minutos** tras el primer contacto prehospitalario<sup>8</sup> y el NICE destaca la importancia de no retrasar el traslado al hospital<sup>9</sup>, si bien Kerem et al sostienen que aunque obtener un ECG prehospitalario de manera rutinaria pueda causar retraso en el transporte, el tiempo prehospitalario adicional puede acortar el tiempo total a la reperfusión ya que reconocer un SCACEST permite a los servicios de emergencias dirigirse al hospital receptor adecuado<sup>14</sup> y, además, facilita el triage<sup>3</sup>.

Asimismo, Camp-Rogers et al afirman que la adquisición de un ECG prehospitalario reduce el tiempo total a la reperfusión y tiene un impacto directo en la mortalidad ya que permite realizar una notificación en la sala de hemodinámica (SH) si se trata de un SCACEST<sup>15</sup>.

Es primordial tener en cuenta que **un ECG inicial normal no excluye el diagnóstico** si el paciente muestra síntomas sugestivos de SCA<sup>8,9</sup>, aunque la mayoría de pacientes que presentan un ECG normal o no diagnóstico no tienen SCA<sup>3</sup>. Tanto la ESC como la SEMES-Andalucía recomiendan realizar registros adicionales si los primeros resultados no son concluyentes y el paciente presente signos y síntomas que sugieren un SCA<sup>2,8</sup>. Además, el NICE recomienda que, en caso de duda en el diagnóstico, se realicen ECG de 12 derivaciones en serie, se revisen los anteriores y se registren los nuevos siempre usando juicio clínico para decidir cuántas veces llevarlo a cabo<sup>9</sup>.

Por otro lado, cabe mencionar la posibilidad de realizar la **interpretación del ECG asistida por ordenador**, aunque la AHA no recomienda su utilización exclusiva debido al alto índice de falsos negativos. Sin embargo, declara que puede ser útil en conjunto con un médico o profesional sanitario entrenado, como el personal de enfermería<sup>3</sup>. Igualmente, el ILCOR recomienda su uso como auxiliar ya que puede reconocer el SCACEST debido a su alta especificidad pero no de forma aislada debido a su baja sensibilidad y al riesgo de aparición de falsos negativos<sup>7</sup>.

Con todo esto, Lee et al señalan que gracias al uso del ordenador se elimina el sesgo humano y se puede medir con precisión las formas de onda a una resolución mayor que el ojo humano lo que permite a los profesionales sanitarios llevar a cabo acciones más específicas. También destacan la importancia de realizar una interpretación correcta del ECG que es primordial a la hora de tomar decisiones clínicas de forma rápida y su impacto sobre la mortalidad<sup>16</sup>.

Además, si el **personal no está entrenado** para interpretar el ECG, la AHA recomienda transmitir el ECG o un informe elaborado por ordenador al hospital de destino. También declara que aunque la transmisión del ECG prehospitalario puede mejorar la toma de decisiones terapéuticas en pacientes con SCACEST, si esta no se realiza, es razonable que los enfermeros o técnicos entrenados de los servicios de emergencias prehospitalarios utilicen la interpretación del ECG como base para tomar algunas decisiones como la activación de la SH, la administración de fibrinolíticos o la selección del hospital de destino<sup>3</sup>.

Asimismo, el ERC sugiere su interpretación en el SCACEST por **personal no médico**, con o sin ayuda de sistemas informáticos, siempre y cuando se pueda conservar una intervención diagnóstica apropiada<sup>10</sup>. Igualmente, el ILCOR sugiere que el personal no médico bien entrenado puede interpretar el ECG en un sistema donde el índice de falsos positivos y falsos negativos sea bajo y que, además, puede reconocer un SCACEST de manera fidedigna<sup>7</sup>.

Del mismo modo, el NICE tan solo manifiesta que se debe realizar un ECG por un profesional de la salud cualificado para interpretarlo y tener en cuenta la interpretación automatizada<sup>9</sup>. Por último, Kerem et al declaran que transmitir el ECG prehospitalario vía wifi al hospital de destino y que este sea interpretado por personal médico del servicio de urgencias disminuye el tiempo de llegada a la SH y, por consiguiente, el tiempo total a la reperfusión<sup>14</sup>.

En relación con lo anteriormente expuesto, cabe nombrar el dispositivo **MBeat** (**Gráfico 2**) que se puede utilizar para la monitorización electrocardiográfica y de otros signos vitales en el ámbito prehospitalario. García et al



**Gráfico 2. Transmisión de un ECG mediante MBeat.**

afirman que su utilización en pacientes con SCACEST disminuye el retraso para la aplicación de la revascularización coronaria primaria y que gracias a este dispositivo y a través de servidores, wifi o la red que le permita acceder a Internet, se puede



transmitir información a la Sala de Coordinación de Emergencias del 112 y al hospital receptor en tiempo real<sup>17</sup>.

Por otra parte, tanto la AHA como el ERC y el ILCOR coinciden en la recomendación de realizar una **notificación prehospitalaria del hospital de destino** si la fibrinólisis es la estrategia de reperfusión más probable y/o una **activación prehospitalaria de la SH** en pacientes con SCACEST<sup>3,7,10</sup>

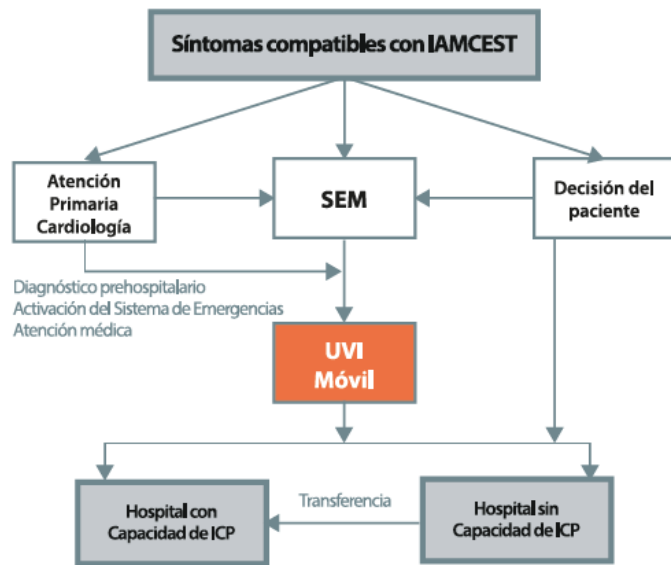
ya que, según la AHA, si estas no se realizan, se pierde el beneficio de haber reconocido un SCACEST en el medio prehospitalario<sup>3</sup>. Según el ERC, la activación de la SH reduce los retrasos y, por tanto, la mortalidad del paciente<sup>10</sup>. Asimismo, el NICE sostiene que se deben enviar los resultados del ECG al hospital receptor e insiste de nuevo en que esto no debe incrementar el tiempo de transporte al hospital<sup>9</sup>.

Además, hay que tener en cuenta que la estrategia de reperfusión se establece según la ubicación del primer contacto médico y derivación a un hospital con capacidad de ICP o a uno sin esta posibilidad<sup>8</sup>.

Con todo ello, cabe destacar el beneficio de **disminuir el tiempo a la reperfusión** en relación con la mortalidad en el SCACEST. Según Lee et al, una correcta interpretación de un ECG de 12 derivaciones con elevación del segmento ST permite identificar a los pacientes que requieren ICP de manera inmediata y, por tanto, tomar decisiones clínicas de forma rápida<sup>16</sup>.

### 5.3. INTERVENCIONES TERAPÉUTICAS

Es importante destacar que se debe realizar monitorización cardiaca continua, establecer un acceso IV y considerar varias opciones de medicación que se presentan a continuación<sup>3</sup>.



**Gráfico 3. Manejo del paciente con SCACEST.**

Tan solo la SEMES-Andalucía aconseja canalizar una [vía venosa periférica](#) preferiblemente en el lado izquierdo (debido a que el cateterismo suele realizarse en el brazo derecho) y en la zona de la flexura lejos de la zona radial<sup>8</sup>.

Tanto la AHA como el ERC declaran que en pacientes que presenten SCACEST y cuya estrategia terapéutica sea la ICP es razonable el inicio de la [inhibición del receptor de adenosina difosfato](#) (ADP) en el medio prehospitalario<sup>3,10</sup> mediante la administración de antagonistas del receptor de ADP como el clopidogrel, el ticagrelor o el prasugel<sup>10</sup>. Sin embargo, el ILCOR sugiere que no hay suficiente evidencia para cambiar dicha práctica y le da mayor importancia a no añadir complejidad al tratamiento prehospitalario<sup>7</sup>.

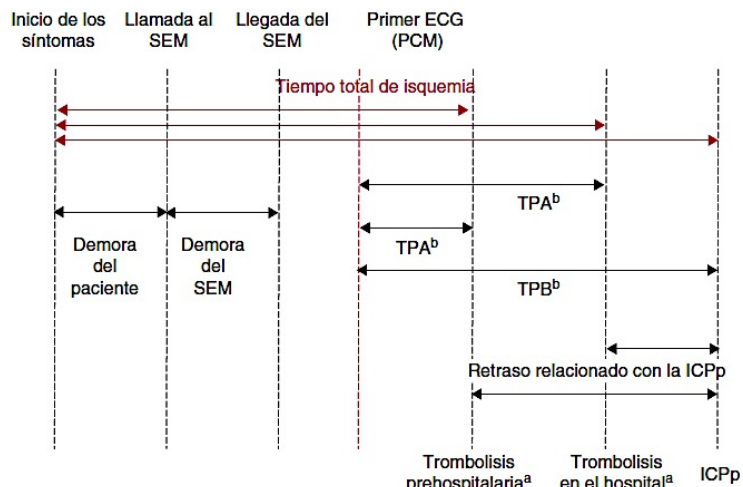
Por otro lado, la [heparina no fraccionada](#) (HNF) también puede ser administrada en el ámbito prehospitalario en pacientes con SCACEST en los que se planea una ICP<sup>10</sup> si bien no está demostrado que añada ningún beneficio en comparación con su administración en el hospital<sup>3</sup>. La AHA declara que en aquellos sistemas en los que ya se realice su administración prehospitalaria es razonable que se siga llevando a cabo mientras que en los sistemas donde aún no se haya implantado, se debe retrasar su administración hasta llegar al hospital<sup>3</sup>. El ILCOR se reitera en su preferencia de no añadir complejidad al tratamiento prehospitalario<sup>7</sup>.

Además, el ERC declara que se puede usar [enoxaparina](#) prehospitalaria como opción en lugar de HNF en el SCACEST<sup>10</sup>. La AHA manifiesta que, en los sistemas en los que actualmente se administre HNF en el medio prehospitalario a los pacientes con sospecha de SCACEST y cuya estrategia terapéutica sea la ICP, es razonable considerar la administración de enoxaparina como alternativa a la HNF<sup>3</sup>. El ILCOR sugiere que la enoxaparina se puede utilizar como alternativa a la HNF junto con la ICP en el SCACEST<sup>7</sup>.

Por último, tan solo la AHA expresa que puede ser razonable considerar la administración prehospitalaria tanto de HNF como de [bivalirudina](#) en pacientes con alto riesgo de sangrado<sup>3</sup> mientras que ILCOR considera que no hay suficiente evidencia para llevar a cabo la administración prehospitalaria de bivalirudina como alternativa a la administración de HNF<sup>7</sup>.

## 5.4. FIBRINÓLISIS PREHOSPITALARIA

Houghton et al afirman que la **reperusión**, tanto mecánica como farmacológica, está indicada cuando los síntomas isquémicos coronarios tienen menos de 12 horas de evolución y hay presencia de elevación persistente del segmento



**Gráfico 5. Tiempo total de isquemia.**

ST o un bloqueo nuevo completo de rama izquierda. Además, añaden que es preferible que los pacientes con SCACEST sean atendidos por los servicios de emergencia prehospitalarios y trasladados directamente a la SH, ya que así se consigue el menor tiempo de isquemia (**gráfico 5**)<sup>18</sup>.

En relación con lo anteriormente expuesto y conforme a las recomendaciones de la AHA, cuando el **tiempo de transporte** a un hospital con posibilidad de realizar ICP es mayor de 30 a 60 minutos, la fibrinólisis prehospitalaria es beneficiosa en relación con el tiempo y, por tanto, con la mortalidad. Sin embargo, cuando el tiempo es menor de **30 a 60 minutos**, ese beneficio desaparece<sup>3</sup>.

No obstante, la Sociedad Española de Cardiología declara que la ICP es el tratamiento de elección si el tiempo entre el primer contacto médico y el inflado del balón es inferior o igual a **120 minutos**, más concretamente, inferior a 90 minutos cuando los síntomas tienen menos de 2 horas de evolución<sup>18</sup>.

Sin embargo, tanto el ERC como ILCOR sostienen que si la fibrinólisis es la estrategia terapéutica elegida, se debe emplear la fibrinólisis prehospitalaria para SCACEST cuando el tiempo de traslado sea mayor de **30 minutos** y hacen especial hincapié en que el personal debe estar bien formado. Ambos añaden que en regiones donde existan hospitales con ICP y estén disponibles, es preferible el traslado hacia ese centro en lugar de la fibrinólisis prehospitalaria<sup>7,10</sup>.

Además, ILCOR suma la recomendación de usar protocolos bien establecidos, programas de capacitación integral y de garantía de calidad bajo supervisión médica. Igualmente, ILCOR recomienda el empleo exclusivo de ICP inmediata en pacientes con SCACEST en lugar del uso rutinario de fibrinolíticos junto con ICP inmediata<sup>7</sup>.

Por último, la SEMES-Andalucía declara que la ICP debe realizarse en menos de 120 minutos tras el inicio de los síntomas, siempre en un centro experimentado, aunque añade que lo idóneo sería hacerlo en menos de 90 minutos.

#### CONTRAINDICACIONES DE LA FIBRINÓLISIS PREHOSPITALARIA

- PAS > 180-200 mmHg o presión arterial diastólica (PAD) > 100-110 mmHg.
- Diferencia PAS derecha e izquierda > 15 mmHg.
- Historia de enfermedad del sistema nervioso central.
- Traumatismo cerrado facial o de la cabeza significativo en los 3 meses previos.
- Derrame cerebral > 3 horas o < 3 meses.
- Traumatismo grave reciente (2-4 semanas), cirugía, sangrado.
- Antecedentes de hemorragia intracraneal.
- Sangrado, problema de coagulación o anticoagulación.
- Mujer embarazada.
- Enfermedad sistémica grave (cáncer avanzado, enfermedad renal o hepática grave).

*Tabla 1. Contraindicaciones de la fibrinólisis prehospitalaria según la AHA.*

Igualmente, recomienda que la fibrinólisis prehospitalaria se lleve a cabo en ausencia de contraindicaciones (tabla 1), en pacientes con SCACEST con síntomas de menos de 12 horas de evolución y siempre que no se pueda realizar la ICP antes de los 120 minutos<sup>8</sup>.

Además, según Pacheco et al, la fibrinólisis prehospitalaria puede ser administrada por personal de enfermería y médicos de manera segura utilizando protocolos establecidos y afirma que la eficacia de la terapia fibrinolítica es mayor en las tres primeras horas tras el inicio de los síntomas<sup>19</sup>.

También, Hernández et al afirman que la demora en la administración de un trombolítico conlleva la disminución de su efectividad que está en relación con la mayor distancia a la SH y al bajo índice de empleo de la fibrinólisis prehospitalaria. Por ello, manifiestan la necesidad de implantar protocolos de fibrinólisis prehospitalaria<sup>20</sup>. Por último, cabe mencionar que, según Mooney et al, el retraso en tomar la decisión de llamar a los servicios de emergencias por parte del paciente es el hecho que contribuye de forma más significativa al retraso prehospitalario por lo que es primordial tomar medidas de concienciación y hacer educación sanitaria con el objetivo de promover el uso de los servicios de emergencia prehospitalarios ante un posible SCA<sup>21</sup>.

## 6.- CONCLUSIONES

Después de realizar una [síntesis y búsqueda bibliográfica sobre el manejo prehospitalario del SCA](#), hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. El manejo de los tiempos ante un paciente con SCA en el medio prehospitalario se torna esencial.
2. El tratamiento inicial del dolor es primordial en el abordaje del SCA.
3. Se debe valorar la administración de oxígeno suplementario en función de la presencia o ausencia de signos y síntomas de hipoxia siendo uno de ellos la SpO<sub>2</sub>.
4. La realización de un ECG prehospitalario no incrementa el tiempo total a la reperfusión sino que, además, tiene un impacto positivo en la mortalidad. Su interpretación es imprescindible para el diagnóstico del SCA y debe realizarse siempre que un paciente presente signos y síntomas que sugieran un SCA.
5. Debe valorarse la fibrinólisis prehospitalaria siempre que se estime un tiempo mayor de lo recomendado para llegar a un centro hospitalario con posibilidad de ICP.
6. La asistencia inicial al paciente con SCA es un trabajo de equipo prehospitalario en el que el papel del profesional de enfermería se torna esencial.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

1. Jiménez L, Montero FJ. Medicina de urgencias y emergencias. Guía diagnóstica y protocolos de actuación. 5ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015.
2. Roffi M, Patrono C, Collet JP, Mueller C, Valgimigli M, Andreotti F et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. Eur Heart J [Internet]. 2016 [consulta el 10 de febrero de 2017]; 37: 267-315. Disponible en: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/37/3/267/2466099/2015-ESC-Guidelines-for-the-management-of-acute>
3. American Heart Association. Part 9: Acute Coronary Syndromes. Web-based Integrated Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [Internet]. Dallas: AHA; 2015 [consulta el 10 de febrero de 2017]; Disponible en: <https://eccguidelines.heart.org/index.php/circulation/cpr-ecc-guidelines-2/part-9-acute-coronary-syndromes/>
4. Vilariño JO, Esper R, Badimón JJ. Fisiopatología de los síndromes coronarios agudos. Tres paradigmas para un nuevo dogma. Rev Esp Cardiol. 2004; 4: 13G-24G.
5. Velilla J, Povar J, Gros B, Santaló M. Nuevos fármacos antiagregantes en el síndrome coronario agudo y su utilización en el servicio de urgencias. Emergencias [Internet]. 2013 [consulta el 11 de febrero de 2017]; 25: 58-65. Disponible en: <http://gruposdetrabajo.sefh.es/faster/documentos/Nuevos-farmacos-antiagregantes-en-elsindrome-coronario-agudo-y-su-utilizacion-en-el-servicio-de-urgencias.pdf>
6. Wireklint B, Holmberg M, Herlitz J, Karlsson T, Andersson H. Possible effects of a course in cardiovascular nursing on prehospital care of patients experiencing suspected acute coronary syndrome: a cluster randomised controlled trial. BMC Nurs [Internet]. 2016 [consulta el 17 de febrero de 2017]; 1-9. Disponible en: <https://bmcnurs.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12912-016-0175-1>

7. Welsford M, Nikolaou NI, Beygui F, Bossaert L, Ghaemmaghami C, Nonogi H et al. Part 5: Acute Coronary Syndromes. 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* [Internet]. 2015 [consulta 20 de febrero de 2017]; 132: S146-S176. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0300957215003640/1-s2.0-S0300957215003640-main.pdf?\\_tid=be04f20a-3013-11e7-8db0-00000aacb35f&acdnat=1493824880\\_0fb04cb9f5aa8333d427799c9b20e0b0](http://ac.els-cdn.com/S0300957215003640/1-s2.0-S0300957215003640-main.pdf?_tid=be04f20a-3013-11e7-8db0-00000aacb35f&acdnat=1493824880_0fb04cb9f5aa8333d427799c9b20e0b0)
8. Grupo de trabajo del Síndrome Coronario Agudo de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias Andalucía. Manual de atención al síndrome coronario agudo en el ámbito de la medicina de urgencias y emergencias [Internet]. Córdoba: SEMES Agrupación Andalucía; 2014 [consulta el 22 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.semesandalucia.es/wp-content/uploads/2016/04/SEMES-Andaluc%C3%ADa-Manual-del-S%C3%ADndrome-Coronario.pdf>
9. National Institute for Health and Care Excellence. Chest pain of recent onset: assesment and diagnosis: clinical guideline [Internet]. Londres: NICE; 2010 [actualizado noviembre 2016; consulta el 22 de febrero de 2017]; Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg95/resources/chest-pain-of-recent-onset-assessment-and-diagnosis-975751036117>
10. Nikolau N, Arntz HR, Bellou A, Beygui F, Bossaert LL, Cairou A. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 8. Initial management of acute coronary syndromes. *Resuscitation* [Internet]. 2015 [consulta el 23 de febrero de 2017]; 95: 264-77. Disponible en: <http://ercguidelines.elsevierresource.com/european-resuscitation-council-guidelines-resuscitation-2015-section-8-initial-management-acute/fulltext>
11. Wireklint B, Bang A, Karlsson T, Winge K, Lundberg C, Herlitz J. Anxiolytics in patients suffering a suspected acute coronary syndrome: Multi-centre randomised controlled trial in Emergency Medical Service. *Int J Cardiol* [Internet]. 2013 [consulta el 23 de febrero de 2017]; 168: 3580-87. Disponible en:

[http://ac.els-cdn.com/S0167527313009959/1-s2.0-S0167527313009959-main.pdf?\\_tid=156fa500-3017-11e7-8d17-00000aab0f6c&acdnat=1493826316\\_03f5c38246dfb5b2a2860ca730349d85](http://ac.els-cdn.com/S0167527313009959/1-s2.0-S0167527313009959-main.pdf?_tid=156fa500-3017-11e7-8d17-00000aab0f6c&acdnat=1493826316_03f5c38246dfb5b2a2860ca730349d85)

12. Finamore SR, Kennedy L. Understanding the role of oxygen in acute coronary syndromes. *J Emerg Nurs* [Internet]. 2013 [consulta el 1 de marzo de 2017]; 39(4): e45-e49. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0099176711005447/1-s2.0-S0099176711005447-main.pdf?\\_tid=fda62c54-3017-11e7-9178-00000aacb361&acdnat=1493826705\\_193b2c7327b263520487251f02410161](http://ac.els-cdn.com/S0099176711005447/1-s2.0-S0099176711005447-main.pdf?_tid=fda62c54-3017-11e7-9178-00000aacb361&acdnat=1493826705_193b2c7327b263520487251f02410161)
13. Metcalfe M. Improving the safety of oxygen therapy in the treatment of acute myocardial infarctions. *Int Emerg Nurs* [Internet]. 2012 [consulta el 1 de marzo de 2017]; 20: 94-7. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S1755599X11000061/1-s2.0-S1755599X11000061-main.pdf?\\_tid=8ff1323e-3018-11e7-a418-00000aacb35e&acdnat=1493826951\\_3b96873b88fb27a05ca4f76de6a4b410](http://ac.els-cdn.com/S1755599X11000061/1-s2.0-S1755599X11000061-main.pdf?_tid=8ff1323e-3018-11e7-a418-00000aacb35e&acdnat=1493826951_3b96873b88fb27a05ca4f76de6a4b410)
14. Kerem Y, Eastvold JS, Faragoi D, Strasburguer D, Motzny SE, Kulstad EB. The role of the prehospital electrocardiograms in the recognition of ST-segment elevation myocardial infarctions and reperfusion times. *J Emerg Med* [Internet]. 2014 [consulta el 9 de marzo de 2017]; 46 (2): 202-7. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0736467913010755/1-s2.0-S0736467913010755-main.pdf?\\_tid=c63222a4-3018-11e7-8a0b-00000aab0f6b&acdnat=1493827042\\_846bba9812f96a93431825594f9aca8c](http://ac.els-cdn.com/S0736467913010755/1-s2.0-S0736467913010755-main.pdf?_tid=c63222a4-3018-11e7-8a0b-00000aab0f6b&acdnat=1493827042_846bba9812f96a93431825594f9aca8c)
15. Camp-Rogers T, Dante S, Kontos MC, Roberts CS, Kreisa L, Kurz MC. The impact of prehospital activation of the cardiac catheterization team on time to treatment for patients presenting with ST-segment-elevation myocardial infarction. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2011 [consulta el 9 de marzo de 2017]; 29: 1117-24. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0735675710003761/1-s2.0-S0735675710003761-main.pdf?\\_tid=6062c46e-3019-11e7-9850-00000aab0f26&acdnat=1493827300\\_3558f15ee38574467203ca2547565ba1](http://ac.els-cdn.com/S0735675710003761/1-s2.0-S0735675710003761-main.pdf?_tid=6062c46e-3019-11e7-9850-00000aab0f26&acdnat=1493827300_3558f15ee38574467203ca2547565ba1)
16. Lee J, Zegre-Hemsey J, Gregg R, Studnek JR. Electrocardiographic diagnosis of ST segment elevation myocardial infarction: An evaluation of three automated interpretations algorithms. *J Electrocardiol* [Internet]. 2016 [consulta el 9 de marzo de 2017]; 49: 728-32. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0875646013010755/1-s2.0-S0875646013010755-main.pdf?\\_tid=6062c46e-3019-11e7-9850-00000aab0f26&acdnat=1493827300\\_3558f15ee38574467203ca2547565ba1](http://ac.els-cdn.com/S0875646013010755/1-s2.0-S0875646013010755-main.pdf?_tid=6062c46e-3019-11e7-9850-00000aab0f26&acdnat=1493827300_3558f15ee38574467203ca2547565ba1)



[cdn.com/S0022073616300255/1-s2.0-S0022073616300255-main.pdf?\\_tid=d60cd024-3019-11e7-9052-00000aacb35e&acdnat=1493827498\\_929c2cd4dbed47e48302987c26240e3a](http://cdn.com/S0022073616300255/1-s2.0-S0022073616300255-main.pdf?_tid=d60cd024-3019-11e7-9052-00000aacb35e&acdnat=1493827498_929c2cd4dbed47e48302987c26240e3a)

17. García MJ, Bosa F, Matos S, González E, Posca M, Redondo F. Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. Eficacia de las nuevas tecnologías de la Información y la comunicación en la disminución de los tiempos de retraso para el tratamiento de reperfusión del infarto agudo de miocardio en la isla de Tenerife. *Emergencias*. 2013; 25: 325-6.
18. Houghton RF, González MM, Medina AB, Peláez MC, Eiroa MT, Álvarez R et al. Análisis de tiempos en los pacientes trasladados por el SAMU para intervención coronaria percutánea primaria en el primer año de instauración del Código Infarto en el Principado de Asturias. *Emergencias*. 2014; 26: 259-66.
19. Pacheco A, Lara JJ. Fibrinólisis prehospitalaria en el enfermo con síndrome coronario agudo con elevación del ST. Historia y recomendaciones. *Emergencias*. 2009; 21: 441-50.
20. Hernández J, Medina A, Garzón R. Manejo extrahospitalario de los pacientes atendidos por dolor torácico en tres dispositivos móviles de cuidados críticos y urgencias. *Emergencias*. 2013; 25: 13-22.
21. Mooney M, McKee G, Fealy G, O'Brian F, O'Donnell S, Moser D. A randomized controlled trial to reduce prehospital delay time in patients with acute coronary syndrome (ACS). *J Emerg Med* [Internet]. 2014 [consulta el 20 de marzo de 2017]; 46(4): 495-506. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0736467913011074/1-s2.0-S0736467913011074-main.pdf?\\_tid=232dfe68-301b-11e7-bfb2-00000aacb361&acdnat=1493828057\\_d8c299b4a8d99ec3e5ff7f2d6ae118f0](http://ac.els-cdn.com/S0736467913011074/1-s2.0-S0736467913011074-main.pdf?_tid=232dfe68-301b-11e7-bfb2-00000aacb361&acdnat=1493828057_d8c299b4a8d99ec3e5ff7f2d6ae118f0)