

Reconocimiento del Infarto Agudo del Miocardio con Elevación del Segmento ST Por los  
Tecnólogos en Atención Prehospitalaria de la Ciudad de Medellín

Corporación Universitaria Adventista de Colombia



Facultad de Ciencias de la Salud

Tecnología en Atención Prehospitalaria de Urgencias Emergencias y Desastres

Presentado por:

Oscar David Gamarra Pérez

Manuela Moreno Pérez

Medellín, Colombia

2013

**Nota de aceptación**



**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ADVENTISTA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CENTRO DE INVESTIGACIONES

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

Los suscritos miembros de la comisión Asesora del Proyecto Laboral: **“Reconocimiento del Infarto Agudo de Miocardio con Elevación del Segmento ST, por los Tecnólogos de Atención Prehospitalaria de la Ciudad de Medellín”**, elaborado por los estudiantes: OSCAR DAVID GAMARRA PÉREZ Y MANUELA MORENO PÉREZ, del programa de Tecnología en Atención Prehospitalaria de Urgencias, Emergencias y Desastres, nos permitimos conceptuar que éste cumple con los criterios teóricos y metodológicos exigidos por la Facultad de Ciencias de la Salud y por lo tanto se declara como:

Aprobado - Destacado

Medellín, Octubre 17 de 2013

Luisa M. Miranda

**Mg. Margarita Miranda**  
Presidenta

Jaime Tirado

**Dr. Jaime Tirado**  
Secretario

Lina María Ortiz

**Mg. Lina María Ortiz**  
Vocal

Personería Jurídica según Resolución del Ministerio de Educación No. 8529 del 6 de junio de 1983 / NIT 860.403.751-3

RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH



CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ADVENTISTA

**Oscar David Gamarra Pérez**  
Estudiante

**Manuela Moreno Pérez**  
Estudiante

Personería Jurídica según Resolución del Ministerio de Educación No. 8529 del 6 de junio de 1983 / NIT 860.403.751-3

Cra. 84 No. 33AA-1 PBX. 250 83 28 Fax. 250 79 48 Medellín <http://www.unac.edu.co>

### **Dedicatoria**

En primer lugar damos infinitas gracias a Dios, por darnos la persistencia, el valor, la fuerza para culminar tan importante etapa de nuestras vidas. También agradecemos a Dios y a nuestros profesores por instruirnos y educarnos como personas que dan todo de sí en procura del bienestar de los otros.

Agradecemos al Dr. Emilio Díaz por encaminarnos en este proceso de la investigación, por la motivación y toda la colaboración brindada, desde el semillero de investigación hasta la culminación de este proyecto.

Yo Manuela Moreno agradezco a mi mamá Adriana Pérez y a mi papá Felipe Moreno por la confianza y el apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A mi hermana Laura y mi hermana Gemela Mariana con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida. A Oscar Gamarra por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera y que por sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me ha mostrado. Finalmente a Juan Pablo Baena porque me permitió compartir momentos de alegría, aprendizaje y la magia de una amistad bien vivida.

Yo Óscar D. Gamarra agradezco a mi madre Eredis I. Pérez, “gran mujer” mi más grande motivación, a mis “cinco padres” a Wistor Gamarra quien es una persona digna de imitar, fuente de valor y honestidad, y a mis cuatro hermanos Daimer, Rafael, Javid y Nafer, quienes se han tomado mi estudio como parte de sus sueños, han demostrado la fuerza de la unión de la familia no tiene fronteras. Agradezco a Johanna Villa Aguilar, mi novia, quien ha sido una fuente de apoyo y de inspiración inagotable.

**Tabla de contenido**

**[Contenido]**

Nota de aceptación.....	ii
Dedicatoria.....	iv
Tabla de contenido.....	v
Listas de tablas .....	ix
Lista de figuras .....	xi
Resumen del Proyecto .....	xiii
Corporación Universitaria Adventista .....	xiv
Planteamiento y formulación del problema.....	xiv
Introducción.....	xiv
Objetivo.....	xv
Método.....	xv
Resultados.....	xv
Conclusión.....	xvi
Puntos de discusión.....	xvi
Capítulo Uno – Panorama del proyecto.....	1
Planteamiento y formulación del problema.....	1
Justificación .....	2
Objetivo general .....	3

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Objetivos específicos.....	3
Viabilidad del proyecto .....	4
Impacto del proyecto .....	4
Capítulo Dos – Marco teórico .....	6
Antecedentes.....	6
Marco legal.....	12
Servicio de atención prehospitalaria.....	13
Talento humano.....	13
Infraestructura.....	13
Procesos prioritarios.....	14
Canadá.....	18
Irlanda.....	20
Reino Unido.....	21
Estados Unidos.....	21
Argentina.....	26
España.....	26
Finlandia.....	27
Alemania.....	27
Venezuela.....	27
Colombia.....	29

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

México.....	29
Australia. ....	30
Marco conceptual .....	31
Epidemiología.....	31
Embriología Cardíaca. ....	41
Resumen de la anatomía cardíaca aplicada a la electrocardiografía. ....	43
Electrofisiología cardíaca. ....	57
Proceso de la activación eléctrica del corazón. ....	68
Interpretacion del elctrocardigramafíca normal en el adulto.....	72
Ondas, Segmentos e Intervalos del EKG.....	81
Interpretación del electrocardiograma. ....	85
Síndromes coronarios agudos (infarto agudos del miocardio con elevación segmento ST) .....	93
Definición y reconocimiento del paciente con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST .....	100
Electrocardiograma como método diagnóstico. ....	105
Manejo del infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST.....	114
Capitulo Tres – Diagnóstico o Análisis .....	126
Capítulo Cuatro – Diseño metodológico .....	128
Alcances del proyecto.....	128

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Limitaciones del proyecto .....	129
Metodología del proyecto.....	130
Contexto geográfico. ....	131
Dinámica de aplicación. ....	132
Plan de trabajo. ....	139
Presupuesto.....	144
Capitulo cinco – Resultados y análisis .....	146
Descripción general de los resultados .....	146
Comprobación de hipótesis. ....	151
Capitulo seis – Conclusiones y recomendaciones .....	158
Conclusiones.....	158
Puntos de discusión. ....	159
Recomendaciones .....	160
Bibliografía.....	161

**Listas de tablas**

Tabla 1. Principales eventos en el desarrollo cardiovascular .....	42
Tabla 2. . Ubicación de los electrodos de los miembros .....	73
Tabla 3. Ubicación de los electrodos en la zona precordial. ....	74
Tabla 4. . Regiones exploradas por las derivaciones del plano frontal .....	80
Tabla 5. Derivaciones precordiales, ubicación y zona que exploran .....	80
Tabla 6. Diagnósticos diferenciales del síndrome coronario agudo.....	104
Tabla 7. Clasificación del paciente con SCA .....	108
Tabla 8. Marcadores cardiacos bioquímicos .....	112
Tabla 9. Tratamientos fibrinolíticos .....	124
Tabla 10. Competencias a evaluar en la prueba .....	134
Tabla 11. Plan de trabajo.....	139
Tabla 12. Gastos generales.....	144
Tabla 13. Discriminación del presupuesto .....	144
Tabla 14. Materiales y equipamiento .....	144
Tabla 15. Transporte y gastos insensibles .....	144
Tabla 16. Resumen General ge gastos .....	145
Tabla 17. Edades de los tecnólogos en APH de la ciudad de Medellín .....	146
Tabla 18. Distribución por género de los tecnólogos en APH.....	147
Tabla 19. Hace cuanto recibió la actualización.....	149
Tabla 20. Ambiente laboral.....	150
Tabla 21. Reconocimiento del IAMEST.....	151
Tabla 22. Relación: años de experiencia/reconocimiento del IAMEST .....	153

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Tabla 23. Relación: experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico/reconocimiento del IAMEST .....	154
Tabla 24. Relación: actualización en EKG de 12 derivaciones/reconocimiento del IAMEST...	155
Tabla 25. Relación: ambiente en el que labora/reconocimiento del IAMEST.....	156
Tabla 26. Relación: ambiente en el que labora/reconocimiento del IAMEST.....	157

**Lista de figuras**

Figura 1. Tendencias en la mortalidad por enfermedad coronaria.....	35
Figura 2. Situación de salud en Colombia 2007.....	38
Figura 3. Discriminación de las muertes a causa de SCA por departamentos.....	39
Figura 4. Epidemiología del SCA. Hombres vs Mujeres.....	41
Figura 5. Esquema del sistema de conducción cardíaca.....	49
Figura 6. Fase de despolarización (fase cero): entrada masiva de sodio.....	61
Figura 7. Fase de repolarización rápida precoz (fase uno): inactivación de los canales de sodio, salida de potasio y entrada de cloro.....	62
Figura 8. Fase de meseta (fase dos): equilibrio entre el ingreso de sodio y la salida de potasio; entra el calcio para permitir la parte contráctil.....	63
Figura 9. Repolarización rápida final (fase tres): salida masiva de potasio.....	64
Figura 10. Fase de potencial de reposo (fase cuatro): restitución electrolítica a través de la bomba sodio potasio ATPasa.....	65
Figura 11. Formación de las ondas en las derivaciones bipolares.....	66
Figura 12. Formación de las ondas en las derivaciones unipolares.....	67
Figura 13. Despolarización auricular. Vector de despolarización auricular representado por la onda P.....	68
Figura 14. Despolarización del nodo aurículo-ventricular representado por el segmento PR.....	69
Figura 15. Despolarización ventricular: vector 1: despolarización septal, vector 2: despolarización de la masa ventricular, vector 3: despolarización posterior basal.....	70
Figura 16. Repolarización ventricular. Vector de repolarización ventricular representado por la onda T.....	71

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Figura 17. Papel electrocardiográfico .....	72
Figura 18. Tórax en el que se indica la ubicación de los electrodos precordiales.....	74
Figura 19. Planos corporales .....	75
Figura 20. De izquierda a derecha.Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales: DI y DII .....	76
Figura 21. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales: DII .....	77
Figura 22. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales. De izquierda a derecha: aVR y aVL .....	78
Figura 23. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales .....	78
Figura 24. Triangulo de Einthoven .....	79
Figura 25. Sistema hexoaxial .....	79
Figura 26. Ondas del EKG .....	81
Figura 27. Método estándar para hallar la frecuencia .....	88
Figura 28. Método alternativo para hallar la frecuencia .....	89
Figura 29. Método para hallar el eje, derivaciones DI y aVF .....	89
Figura 30. Graficación de valores para hallar el eje electrico del corazón. ....	90
Figura 31. Circunferencia con la representación de los cuadrantes eléctricos.....	90
Figura 32. Progresión de los síndromes coronarios .....	94
Figura 33. Evaluación del segmento ST.....	108
Figura 34. Como medir la desviación del segmento ST. A, IM inferior. El segmento ST no presenta punto inferiro (es convexo o cóncavo). B, IM anterior.....	110
Figura 35. Algoritmo de los síndromes coronarios agudos.....	115
Figura 36. Árbol de objetivos: medios – fines .....	126
Figura 37. . Encuesta 1. HTV izquierda.....	136

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Figura 38. Ekg normal.....	136
Figura 39. IAMEST.....	136
Figura 40. Encuesta número 2. Taquicardia sinusal.....	137
Figura 41. IAMEST.....	137
Figura 42. Ekg mal tomado.....	137
Figura 43. Encuesta 3. IAMEST.....	138
Figura 44. Extra sístole.....	138
Figura 45. Arritmia sinusal.....	138
Figura 46. Años de experiencia y empresa donde laboran los Tecnólogos en APH de la ciudad de Medellín .....	148
Figura 47. Experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico y actualización en EKG ..	148

### **Resumen del Proyecto**

# RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

Corporación Universitaria Adventista

Reconocimiento del Infarto Agudo del Miocardio con Elevación del Segmento ST Por los  
Tecnólogos en Atención Prehospitalaria de la Ciudad de Medellín

Integrantes: Manuela Moreno, Óscar Gamarra

Asesora metodológica: Lcda. Lina María Ortiz

Asesor temático: Dr. Jaime Alberto Tirado

Fecha de terminación del proyecto: 13 octubre del 2013

## **Planteamiento y formulación del problema**

¿Puede el personal de atención pre-hospitalaria de la ciudad de Medellín diagnosticar un infarto agudo del miocardio, con elevación del segmento ST utilizando un electrocardiograma de 12 derivaciones?

### **Introducción.**

Al atender por primera vez a la persona con molestia isquémica aguda, el diagnóstico provisional es un síndrome coronario agudo. El electrocardiograma (EKG) de 12 derivaciones es un elemento de importancia decisiva en el diagnóstico y la selección de pacientes, porque está en el centro de la vía de decisiones respecto al tratamiento. Permite diferenciar a los pacientes cuya manifestación inicial es la elevación del segmento ST, de aquellos cuyos síntomas iniciales no incluyen tal elevación. La utilización del electrocardiograma de manera prehospitalaria viene ligado al aumento de la investigación es esta misma área. Hace aproximadamente 10 años los

## RECONOCIMIENTO DEL IMEST POR TECNOLOGOS EN APH

sistemas de emergencia del mundo vienen integrando con más frecuencia múltiples recursos como el EKG.

### **Objetivo.**

Determinar la capacidad del personal de atención pre-hospitalaria de la ciudad de Medellín para reconocer un Infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, utilizando un electrocardiograma de doce derivaciones

### **Método**

El tipo de investigación explorativa – descriptiva con enfoque cuantitativo. En el desarrollo de este proyecto investigativo se le plantea al Tecnólogo en APH una encuesta, con un escenario en el cual un paciente presenta signos y síntomas de un síndrome coronario agudo, seguidamente se le proveen tres posibles electrocardiogramas, dos con patología diferentes o normales y uno con IMAEST, de los cuales debe escoger el que presente el infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, luego de hacer su reconocimiento, tácitamente estaría informando al centro cardiovascular más cercano la pronta llegada de un paciente con la patología en cuestión, lo que representaría la activación del equipo de cateterismo o el laboratorio de hemodinamia en el caso de que existiera y fuera un protocolo establecido. La muestra objeto de estudio fueron en total 109 personas tecnólogos en atención prehospitalaria egresados y los estudiantes de VI semestre de Aph UNAC Y CES.

### **Resultados**

Para el análisis de la información se utilizó el programa estadístico PSPP, la muestra representativa fue de 109 Tecnólogos, el 75,23% (82/109) fueron verdaderos positivos (VP), es

## RECONOCIMIENTO DEL IAMEST POR TECNOLOGOS EN APH

decir, los tecnólogos en APH reconocieron correctamente el IAMEST cuando el paciente padecía esta enfermedad y en el caso hipotético, activaron el laboratorio de hemodinamia. En el caso contrario se presentó una tasa de 24,77% de falsos negativos (FN), lo que significa que 27 de 109 encuestado a pesar de identificar en los signos y síntomas un paciente infartado, no reconoció el trazado electrocardiográfico e hipotéticamente activo incorrectamente el laboratorio de hemodinamia.

### **Conclusión**

Los tecnólogos de atención pre-hospitalaria tuvieron la capacidad de reconocer el IAMEST Utilizando un EKG de 12 derivaciones. El porcentaje que los soporta fue del 75,23 (82/109). Aunque para términos evaluativos este porcentaje supera el 50% de la muestra no es evidencia científica sobresaliente y de peso que demuestre que los tecnólogos en atención pre hospitalaria manejen con un alto grado de precisión la electrocardiografía en situaciones de emergencia.

### **Puntos de discusión.**

¿Qué tan dispuestos estarían los hospitales y el centro regulador para confiar en la interpretación dada por los tecnólogos en atención pre-hospitalaria al EKG de 12 derivaciones? Los datos arrojados por la investigación sugieren que los tecnólogos son capaces de reconocer un IAMEST pero no con un alto grado de precisión.

## Capítulo Uno – Panorama del proyecto

### Planteamiento y formulación del problema

¿Puede el personal de atención pre-hospitalaria de la ciudad de Medellín diagnosticar un infarto agudo del miocardio, con elevación del segmento ST utilizando un electrocardiograma de 12 derivaciones?

“En los países industrializados el Infarto Agudo del Miocardio (IAM), es una patología de gran prevalencia, solo en Estados Unidos 650,000 personas experimentan un nuevo Infarto Agudo del Miocardio y 450,000 tienen la experiencia de una recurrencia en el IAM cada año” (Harrison 2006, p. 239). De acuerdo con las estadísticas publicadas por el Ministerio de Protección Social en el informe sobre la situación de salud en Colombia-indicadores de salud 2007, La enfermedad isquémica del corazón:

Es la principal causa de muerte tanto en hombres como en mujeres mayores de 45 años o más, superando incluso las muertes violentas o los cánceres combinados. La tasa de mortalidad atribuible a esta enfermedad fue de 107, 3 por 100. 000 habitantes en personas de 45 a 64 años, y de 867, 1 por 100.000 habitantes para personas de 65 o más años. Los departamentos con mayores tasas de mortalidad por enfermedades coronarias en su orden fueron: Caldas, Boyacá, Quindío, y Tolima, y las menores fueron en Guainía y Vaupés. (Mendoza Beltran Fernán, MD 2010, p. 123)

La ciudad de Medellín, Colombia es un referente importante en lo que concierne a la atención Pre-Hospitalaria puesto que existen organizaciones gubernamentales y no gubernamentales responsables de la Atención de las emergencias en ambientes pre-hospitalarios, de allí la importancia que este personal sepa reconocer un infarto agudo del Miocardio (IAM) por sus

siglas en español, utilizando un electrocardiograma de doce derivaciones. El infarto agudo del miocardio al hacerse evidente produce la elevación del segmento ST, su diagnóstico es muy importante para el manejo de este tipo de patologías y el pronóstico del paciente, de tal forma que al realizarse su reconocimiento se puede llevar a cabo la referencia del paciente a un nivel hospitalario que cuente con una unidad cardiovascular adecuada para el manejo pertinente del paciente. El personal de atención pre-hospitalaria es el primero que hace contacto con el paciente, posible sospechoso de un Infarto Agudo del Miocardio por lo que debe poseer las habilidades, la competencia, las destrezas necesarias para realizar un electrocardiograma prehospitalario, y hacer un diagnóstico adecuado y oportuno de este tipo de patologías.

### **Justificación**

Diagnóstico del Infarto agudo del Miocardio con elevación del segmento ST es una investigación que traerá una serie de beneficios visibles en diferentes áreas. Desde la perspectiva de la salud pública, el sistema de emergencias médicas se optimizaría, la atención sería más integral, efectiva; desde el ángulo económico se reducirían los costos al sistema de salud ya que tratar un IAM a tiempo o tempranamente evitaría hacer intervenciones que representan mucho costo. Desde la perspectiva del paciente con posible infarto agudo del miocardio, su atención llámese diagnóstico y tratamiento comenzaría desde el momento mismo del evento coronario, se aumentarían sus probabilidades y calidad de vida. El personal de APH estaría más capacitado y competente en hacer una sospecha diagnóstica mediante un interrogatorio adecuado, luego será capaz de confirmar el diagnóstico mediante un EKG de 12 derivadas, en el cual podrá reconocer la elevación del segmento ST, e inmediatamente alertar a los servicios de urgencias donde va a llevar el paciente infartado para que continúen el manejo indicado según el protocolo AHA. El

tecnólogo en atención pre hospitalaria estaría en capacidad de conocer el manejo farmacológico de un IAM pero por la legislación Colombiana no lo aplicaría por criterio propio sino bajo orden médica. A nivel internacional el Tecnólogo en Atención pre-hospitalaria de Colombia se vería con un alto nivel de conocimientos, destrezas, y habilidades en el manejo e identificación del paciente infartado. Por lo anterior es de gran relevancia que el personal de Atención Pre-hospitalaria pueda realizar una interpretación adecuada de los hallazgos que puedan llevar al diagnóstico de este tipo de patología. La alta prevalencia de las enfermedades coronarias junto con las patologías asociadas tales como diabetes mellitus, dislipidemia, obesidad, hipertensión arterial, síndrome metabólico hace que la incidencia de las patologías cardiacas y entre ellas el infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST sean de un índice de frecuencia elevada. El personal de salud de Atención Pre-hospitalaria en muchas oportunidades es el primero en tener contacto con el evento coronario. Por lo que es importante que cuente con la capacidad de diagnosticar un Infarto agudo del miocardio cuando el segmento ST está elevado.

### **Objetivo general**

Determinar la capacidad del personal de atención pre-hospitalaria de la ciudad de Medellín para reconocer un Infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, utilizando un electrocardiograma de doce derivaciones.

### **Objetivos específicos.**

- Determinar la población de APH en la ciudad de Medellín para obtener de esta la muestra.
- Describir las variables del personal de atención pre-hospitalaria que influyen en la destreza de diagnosticar un IAM tales como tiempo de experiencia, ambiente en el que labora,

experiencia en la atención de paciente con dolor torácico, estudios realizados.

- Analizar los resultados del trabajo de campo, del ejercicio propuesto para el diagnóstico del IAM.

### **Viabilidad del proyecto**

Este proyecto reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de sus metas y objetivos. Al contar la ciudad de Medellín con distintos grupos de rescate y atención en primera respuesta, propician la implementación de éste, además es una ciudad con un amplio desarrollo científico, tecnológico, en constante cambio y abierto a la investigación. El proyecto es de amplias características aplicativas, además se desarrolla en un entorno en el que existe gran prevalencia de las enfermedades coronarias agudas, lo que garantiza su realización. El grupo investigador tiene un conocimiento amplio sobre las características laborales y de desarrollo de los tecnólogos en atención prehospitalaria, lo cual representa una ventaja en el momento de aplicar y desarrollar este estudio. Por otra parte, aunque la población total de tecnólogos en atención prehospitalaria es significativa, este estudio se limitara a una muestra confiable a los porcentajes estadísticos, para la validez del análisis de resultados.

El proyecto será financiado por los aportes del grupo investigador y de la UNAC a nombre de la cual se realiza esta investigación.

### **Impacto del proyecto**

Impacto interno: Esta investigación mostrara a la Corporación Universitaria Adventista como un referente en entrenamiento y capacitación sobre infarto agudo del miocardio; Asimismo será una buena fuente bibliográfica para docentes y estudiantes investigadores, siendo esta una

investigación innovadora en su tipo en Colombia.

Con los resultados obtenidos, la Corporación Universitaria Adventista tendrá evidencia válida para recomendar a entes educativos gubernamentales y no gubernamentales, la inclusión de la electrocardiografía básica como una de las competencias básicas de cada tecnólogo en atención prehospitalaria.

Impacto externo: Teniendo en cuenta que este tipo de investigación no presenta antecedentes en Colombia ni en Medellín, se logra evidenciar la necesidad a partir del respaldo científico, de la utilización del EKG prehospitalario, lo cual podrá influir en la disminución de las muertes provocadas por el IAM, ya que este clasificara a tiempo el SCA existente y permitirá definir eficazmente el tratamiento adecuado para este caso.

Impacto académico: Con la integración de esta competencia de electrocardiografía básica para atención prehospitalaria, los tecnólogos de este programa aumentaran su conocimiento y competencia acerca de fisiología cardiaca, funcionamiento eléctrico, manejo de medicamentos, y manera de proceder con respecto al paciente con evento coronario; logrando así alto nivel académico con respecto a esta patología. Esta investigación será un respaldo, para futuras investigaciones con temas similares, que incluyan su ejecución en el sitio con el paciente con SCA.

## Capítulo Dos – Marco teórico

### Antecedentes

Luego de realizar una revisión de la bibliografía existente en Colombia relacionada con el tema de investigación, no se encontraron estudios que involucren reconocimiento de infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST utilizando un EKG, por tecnólogos de atención prehospitalaria, la evidencia a continuación expuesta, proviene de investigaciones hechas en Estados Unidos, Canadá, Australia y en el continente Europeo.

Aunque se ha avanzado mucho en lo concerniente al desarrollo y fundamentación de la atención prehospitalaria, el campo investigativo es todavía un área poco explorada, hasta la fecha hay pocos recursos disponibles para el investigador; “ciertamente la filosofía investigativa básica y los principios que rigen a toda investigación existen y están disponibles, sin embargo la realización de investigaciones en el ámbito prehospitalario tiene su propio conjunto de desafíos” (Brooke & J, 2009, p. 1)

Los síndromes coronarios agudos son un problema mayor de salud pública en todo el mundo. Es una de las áreas con mayor avance en investigación y de mayor impacto sobre la salud; múltiples herramientas de diagnóstico y tratamiento se han desarrollado. Una de estas herramientas es de vital importancia en la identificación y clasificación de los síndromes coronarios agudos y que además se ha venido incorporando de manera activa al campo prehospitalario el Electrocardiograma de doce derivaciones (EKG); respecto a este y su importancia (Harrison, 2006, p. 239) declara que:

Al atender por primera vez a la persona con molestia isquémica aguda, el diagnóstico provisional es un síndrome coronario agudo. El electrocardiograma (EKG) de 12

derivaciones es un elemento de importancia decisiva en el diagnóstico y la selección de pacientes, porque está en el centro de la vía de decisiones respecto al tratamiento.

Permite diferenciar a los pacientes cuya manifestación inicial es la elevación del segmento ST, de aquellos cuyos síntomas iniciales no incluyen tal elevación.

“La utilización del electrocardiograma de manera prehospitalaria viene ligado al aumento de la investigación es esta misma área. Hace aproximadamente 10 años los sistemas de emergencia del mundo viene integrando con más frecuencia múltiples recursos como el EKG (Cassiani M & Cbrera G 2009, p.118).

Con relación al manejo o a la gestión del síndrome coronario agudo (Darren & Cunningham 2011, p. 241) manifiesta que:

El manejo del paciente con síndromes coronarios agudos (SCA) debe comenzar en el punto de primer contacto médico (trabajador paramédico) en el ámbito de la atención prehospitalaria y de emergencia. Cuando el diagnóstico es posible y sabiendo que el riesgo aumenta con el paso del tiempo, la utilización del Electrocardiograma prehospitalario para el diagnóstico del infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST es recomendable y puede ser interpretado por una variedad de métodos que incluyen la interpretación *in situ* por personal capacitado o la transmisión a distancia con ayuda de un ordenador.

En la atención del infarto agudo de miocardio, la disminución en el tiempo de tratamiento con la terapia trombolítica y la rápida consecución de la reperfusión de la arteria obstruida o relacionada con el infarto (la "teoría de la arteria abierta") es muy beneficiosa. “Muchos estudios apoyan la teoría de que permeabilizar una arteria obstruida en un tiempo de 90 minutos se relaciona con el aumento de la supervivencia, lo que sugiere que, pequeñas disparidades en el

tiempo de atención hacen grandes diferencias en la mortalidad de los pacientes”(Cannon, y otros 2000, p.2941), así mismo afirma que “el infarto agudo del miocardio requiere una rápida intervención y con el paso del tiempo las condiciones empeoran”, en su estudio prospectivo observacional de datos, indico que cuando los tiempos puerta-balón (angioplastia primaria) se retrasaron en un tiempo promedio de 1 una hora y 56 minutos o más, las probabilidades de mortalidad ajustadas se incrementaron significativamente en un 41% a un 62%”, y en relación con el aumento de la mortalidad y el retraso en el tiempo puerta-balón más de 2 horas sugiere que “los médicos y los sistemas de atención de salud deben trabajar para minimizar los tiempos puerta-balón y que el tiempo puerta-balón se debe considerar al elegir una estrategia de reperfusión”. El tiempo puerta-balón (angioplastia) también parece ser un indicador de la calidad de atención.

Sin duda uno de los antecedentes más relevantes para esta investigación es el descrito por (Trivedi, Schuur, & Cone 2009, p.207) en su investigación titulada *Can Paramedics Read ST-Segment Elevation Myocardial Infarction On Prehospital 12-Lead Electrocardiograms?* En donde se manifestó que la activación del laboratorio de hemodinámica y la pronta intervención en el paciente con infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, antes de que este llegara al hospital, se redujo de 10 a 50 minutos, sobre la base de un electrocardiograma de 12 derivaciones prehospitalario, además añade, “En un sistema de emergencia médicas (EMS), donde la transmisión del EKG al departamento de emergencia no es factible, la capacidad de los paramédicos de leer con precisión el EKG de 12 derivaciones es crucial para el éxito de los programas prehospitalarios de activación del laboratorio y cateterismo cardiaco. En este caso se le plantearon a los paramédicos cinco escenarios de dolor torácico, acompañado de un electrocardiograma de 12 derivadas: tres casos de STEMI (siglas en ingles de infarto agudo del

miocardio con elevación del segmento ST) que deberían dar lugar a la activación del laboratorio de hemodinámica y dos casos no STEMI que no debería. De una muestra de 103 de 147 paramédicos elegidos, la sensibilidad en el diagnóstico fue de 92,6% y la especificidad fue del 85,4%, para la activación del laboratorio de cateterismo, la sensibilidad fue del 88,0% y la especificidad fue de 88,3%, la falsa activación de la sala de hemodinámica se produjo en el 8,1% de los casos. De los casos de STEMI el 94,1% fueron correctamente reconocidos y el 91,0% tenía el laboratorio de hemodinamia activado. De Los casos de no ESTEMI 14,9% fueron leídos incorrectamente y el 12,0% activaron el laboratorio de cateterización.

Los paramédicos aquí estudiados acertaron en el diagnóstico y tuvieron una tasa de error aceptable. Este resultado tiene muchas repercusiones puesto que no es solo el hecho de reconocer el infarto, son los eventos que se desencadenan a raíz de esto, el tiempo de intervención se reduce, las probabilidades de salvar el tejido cardiaco aumentan, los costos en materia de recursos a utilizar disminuyen, se optimiza el sistema de emergencias, por solo mencionar algunos. Se demuestra que la competencia de interpretar EKG por el personal de atención prehospitalaria es bien manejada y tiene altos niveles de precisión. Aunque exige gran destreza y conocimiento aun para el médico de urgencias, este tipo de patología fue bien reconocida.

La American Heart Association Mission también se pronuncia al respecto en su informe titulado *Emergency Department Bypass for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Patients Identified with a Pre-Hospital Electrocardiogram*. En este manifiesta que “para los pacientes identificados prehospitalariamente con STEMI, no pasen por la sala de (ED), sino que tengan un acceso directo a la sala de hemodinámica, logrando así acortar tiempos de reperfusión” (Bagai Akshay, y otros 2013, p. 1-2).

En el 2010 la American Heart Association publico por medio de su *Journal Circulation* un artículo titulado *Acute Coronary Syndromes: International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations*, el cual fue precedido por el Comité Internacional de Resucitación (ILCOR), este importante grupo de trabajo incluye revisores expertos de África, Asia, Australia, Europa, América del Norte, y América del Sur. Estos expertos revisaron 25 temas relacionados con el manejo inicial del síndrome coronario agudo (SCA), que se clasifican además como angina inestable (*unstable angina*, UA), infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST (*non-ST-segment myocardial infarction*, NSTEMI) e infarto agudo del miocardio con elevación del ST (*ST-segment elevation myocardial infarction*, STEMI) (O'Connor, y otros 2010, p. 422-423). El grupo de trabajo revisó la evidencia específicamente relacionada con los ajustes en el diagnóstico y tratamiento del SCA fuera del hospital y los ajustes en las primeras horas de atención en el hospital, por lo general en el departamento de emergencia (ED). La revisión de la evidencia se llevó a cabo durante varios años. El objetivo de la revisión fue generar recomendaciones de tratamiento actuales, basadas en la evidencia para profesionales de la salud que sirven como el punto inicial de contacto en pacientes con signos y síntomas sugestivos de SCA. El siguiente es un resumen de los aspectos más importantes que afectan esta investigación:

- La adquisición de un EKG de 12 derivaciones prehospitalario es esencial para la identificación de los pacientes con STEMI, antes de la llegada al hospital y debe ser usado de manera simultánea con la activación del laboratorio de cateterismo.
- Interpretación del ECG asistida por ordenador se puede utilizar para aumentar la precisión diagnóstica del STEMI, o en combinación con la interpretación del ECG por un profesional de la salud capacitado.

- Se puede implementar un sistema de atención del STEMI para mejorar los tiempos de tratamiento. Se ha demostrado que las siguientes medidas son útiles para reducir el tiempo de intervención coronaria percutánea primaria (PPCI).
  - compromiso institucional, la creación de un equipo basado en este enfoque, organizar la activación del laboratorio de cateterismo con una solo llamada por el médico de urgencias o el personal de atención prehospitalaria, el laboratorio de cateterismo debe estar disponible en 20 minutos, con un cardiólogo con experiencia siempre disponible, y proporcionar información de datos en tiempo real.

La AHA también hace algunas críticas, en este mismo artículo, explícitamente comenta que “A pesar de los avances en el diagnóstico y tratamiento, se han identificado numerosas lagunas de conocimiento” (O’Connor, y otros 2010, p. 422-423 ). Entre las cuales se encuentran:

- Gran parte de la investigación relativa a la atención del paciente son SCA se han llevado a cabo en los “Hospitales” y no específicamente fuera de él.
- Por definición, la aplicación de las conclusiones a las cuales se llegaron aquí requiere ajustes para extrapolarlo al campo extra-hospitalario.
- Las estrategias para mejorar el reconocimiento de la persona con SCA acortan el tiempo de diagnóstico en las poblaciones vulnerables.
- Viabilidad de interpretación del EKG por el paramédico frente a la dependencia de transmisión o interpretación por un ordenador.

## **Marco legal**

La legislación Colombiana describe quién es el tecnólogo en atención pre-hospitalaria pero con respecto a sus funciones, procedimientos, competencias, niveles educativos, ámbito laboral y su manera de ejercer en el entorno pre-hospitalario falta definir y esclarecer algunas cosas.

El ministerio de salud proporciona un poco de información con respecto al marco legal del tecnólogo, expresado en la resolución Número 1441 de 2013, en la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir; los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones. Hay que aclarar que existe un marco general que legisla al tecnólogo en atención pre hospitalaria, pero en relación a este proyecto de investigación es poco el contenido existente, es decir no hay una estatuto en el que se exprese la utilización del EKG de forma prehospitalaria, ésta actividad está reservada para los servicios de urgencias y/o de reanimación. La utilización del EKG está sujeta a cuestiones de carácter económicas y de disposición de la institución prestadora de salud, pero la legislación colombiana no exige su utilización extra- hospitalariamente.

En la resolución 1441 de 2013, el ministerio de salud en ejercicio de sus atribuciones legales, especialmente las conferidas en el numeral 3 del artículo 173 de la Ley 100 de 1993, artículo 56 de la Ley 715 de 2001 y los artículos 2 del Decreto – Ley 4107 de 2011, 7, 8 y 14 del Decreto 1011 de 2006 y en desarrollo de los capítulos I y II del Decreto 1011 de 2006 y del artículo 58 de la Ley 1438 de 2011 modificado por el artículo 118 del Decreto-ley 019 de 2012, establece los procedimientos, condiciones de habilitación y adopta el Manual de Habilitación que deben cumplir: a) las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, b) los Profesionales Independientes de Salud, c) los Servicios de Transporte Especial de Pacientes, y d) Las entidades con objeto social diferente a la prestación de servicios de salud, que por requerimientos propios

de su actividad, brinden de manera exclusiva servicios de baja complejidad y consulta especializada, que no incluyan servicios de hospitalización ni quirúrgicos. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013), y con respecto a la atención prehospitalaria menciona lo siguiente:

### **Servicio de atención prehospitalaria.**

Se define como el conjunto de actividades, procedimientos, recursos, intervenciones y terapéutica prehospitalaria encaminadas a prestar atención en salud a aquellas personas que han sufrido una alteración aguda de su integridad física o mental, causada por trauma o enfermedad de cualquier etiología, tendiente a preservar la vida y a disminuir las complicaciones y los riesgos de invalidez y muerte, en el sitio de ocurrencia del evento y durante su traslado hasta la admisión en la institución asistencial, que puede incluir acciones de salvamento y rescate.

### **Talento humano.**

En caso de que el servicio incluya la asistencia de un médico general o especialista, o Tecnólogo en Atención Prehospitalaria, deben contar con certificado de formación en la competencia de soporte vital avanzado de mínimo 48 horas que debe ser renovado cada dos años.

### **Infraestructura.**

En caso de que el transporte que se habilite para los servicios de atención prehospitalaria sea una ambulancia, esta debe cumplir con los requisitos para transporte asistencial básico y medicalizado. Otros vehículos de respuesta rápida (vehículos, motos,

cuatrimotos) para el traslado de personal asistencial, no destinado al transporte de pacientes, deberán cumplir con los requisitos de movilización exigidos por las autoridades de tránsito y contar un sistema de doble vía de telecomunicaciones asignado exclusivamente al vehículo que permita un enlace permanente con los sistemas de atención de emergencias o con una central de servicio o de despacho. Debe contar con sistemas de alerta visual y sonora e identificación Institucional.

### **Procesos prioritarios.**

El tecnólogo en atención prehospitalaria, cuenta con manuales para definir la referencia de pacientes cuando la situación del paciente lo amerite.

- Manejo de urgencias prehospitalarias
- Definir la referencia de pacientes cuando la situación del paciente lo amerite.
- El traslado asistencial en la modalidad ofertada. (Solo en caso de prestar el servicio de traslado) (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013)

El Decreto 1011 del 2006 (Ministerio de la Protección Social , 2006) define como prestadores de servicio de salud a las instituciones prestadoras de servicios de salud, los profesionales independientes de salud y los servicios de transporte especial de pacientes, y hace de esta forma una clara alusión a la atención prehospitalaria. En este documento se define como Sistema Único de Habilitación el conjunto de normas, requisitos y procedimientos, mediante los cuales se establece, registra, verifica y controla el cumplimiento de las condiciones básicas de capacidad tecnológica y científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico-administrativa, indispensables para la entrada y permanencia en el sistema. Los responsables de la verificación del cumplimiento de las condiciones son las entidades departamentales y

distritales de salud, que deben contar con un equipo humano de carácter interdisciplinario para la inspección, la vigilancia y el control del Sistema Único de Habilitación.

La Resolución No. 1043 de 2006 del Ministerio de la Protección Social establece las condiciones que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para habilitar sus servicios y su capacidad tecnológica y científica. En el caso específico del campo de la atención prehospitalaria, la resolución en su anexo técnico 1 menciona como servicio no solo las ambulancias de traslado asistencial básico y avanzado, sino que incluye la atención prehospitalaria de urgencias, emergencias y desastres, así como la atención domiciliaria.

En el anexo técnico 2, igualmente, se establecen las definiciones que son importantes para la correcta interpretación de estas normas:

- Atención prehospitalaria: comprende el conjunto de acciones de salvamento, atención médica y rescate que se le brindan a un paciente urgente en el mismo lugar donde sucedió el hecho, o durante su transporte hacia un centro asistencial, o cuando es remitido de un centro a otro. Esta atención la realiza el personal capacitado y equipado que busca fundamentalmente interrumpir el daño a la salud, estabilizar las condiciones del paciente y transportarlo de forma segura a un hospital.
- Atención de urgencia: es el conjunto de acciones realizadas por un equipo de salud debidamente capacitado y con los recursos materiales necesarios para satisfacer la demanda de atención generada por las urgencias.
- Atención inicial de urgencia: son todas las acciones brindadas a una persona que presenta alguna patología de urgencia, con el ánimo de estabilizarlo en sus signos vitales, hacer un diagnóstico de impresión y definir el destino o la conducta inmediata por seguir, tomando como base el nivel de atención y el grado de complejidad de la

entidad que realiza la atención inicial de urgencia, al tenor de los principios éticos y las normas que determinan las acciones y el comportamiento del personal de salud.

- Auxiliares en las áreas de la salud: se considera como personal auxiliar en las áreas de la salud los siguientes: auxiliar en salud oral, auxiliar en salud pública, auxiliar en enfermería, auxiliar en servicios farmacéuticos y auxiliar administrativo en salud. Su aplicación debe ajustarse a las denominaciones, perfiles ocupacionales y de formación, y realizarse en los plazos establecidos en el Decreto 3616 de 2005 o demás normas que lo adicionen, modifiquen o sustituyan.
- Protocolo: es el conjunto de normas y actividades por realizar dentro de un servicio o programa, frente a una situación específica dentro de la institución; su ejecución debe ser de carácter obligatorio. Obviamente, en las instituciones solo se exigirán las guías y los protocolos de los procedimientos que realicen.
- Soporte vital básico: se define como la atención no invasiva que se hace a un paciente y debe incluir la valoración primaria, el manejo básico de la vía aérea, la oxigenoterapia, la desfibrilación automatizada externa, la contención de hemorragias, la inmovilización y el traslado de pacientes.
- Soporte vital avanzado: se define como la atención invasora y no invasora que se hace a un paciente y que debe incluir la valoración primaria y secundaria, el manejo básico y avanzado de la vía aérea, la oxigenoterapia, la desfibrilación automatizada externa, el reconocimiento electrocardiográfico, la contención de hemorragias, la inmovilización, el traslado de pacientes, la reposición de volumen y la administración de medicamentos.

A continuación se describe lo definido específicamente para los servicios de atención prehospitalaria:

- Servicio de ambulancia de traslado asistencial: la ambulancia de traslado asistencial básico puede ser tripulada por Tecnólogo en Atención Prehospitalaria o técnico profesional en atención prehospitalaria o auxiliar en enfermería, en cualquier caso, con certificado de formación en la competencia de soporte vital básico de mínimo. Para traslado terrestre el conductor cumple con lo que determine para su actividad la autoridad de tránsito terrestre y adicionalmente cuenta con capacitación en primeros auxilios. En el caso de las ambulancias medicalizadas, estas cuenta con coordinador responsable de la totalidad de las ambulancias con las que cuente el servicio que podrá ser Médico o Enfermera. Como tripulantes de ambulancia:
  1. Médico
  2. Enfermera o Tecnólogo en atención prehospitalaria. Para médico general, enfermera y tecnólogo cuentan con certificado de formación en la competencia de soporte vital avanzado de mínimo 48 horas. Conductor con capacitación en primeros auxilios de mínimo 40 horas. En caso de traslado aéreo medicalizado, el personal asistencial en salud, debe contar adicionalmente con una capacitación en medicina de aviación de mínimo 12 horas.

El marco legal también enmarca otras disposiciones como las especificaciones que debe tener las ambulancias dependiendo el tipo, terrestre, fluvial, acuática, sus dotaciones, su tripulación.

Asimismo define algunos procesos básicos de atención prehospitalaria como:

Transporte primario: es el traslado que se realiza desde el sitio del suceso hasta un centro de atención inicial.

Transporte secundario: es el traslado que se realiza desde un centro asistencial hasta otro centro u otro sitio, con el fin de completar o complementar el proceso de atención definitiva.

Aunque existe una normatividad, esta se inclina a la parte técnica y de instalaciones. El panorama en Colombia aún no es muy claro, se pueden tomar algunos ejemplos de algunos países que ya poseen un marco reglamentario para las herramientas necesarias, procedimientos y las actividades en general de los trabajadores de atención prehospitalaria, llamados de forma diferente en otros países. A continuación algunos ejemplos:

### **Canadá.**

En Canadá, el alcance de la práctica de los paramédicos se describe por la competencia Perfil Ocupacional Nacional desarrollado por la Asociación del paramédico de Canadá. La mayoría de los proveedores que trabajan en ambulancias serán identificados como "paramédicos". Sin embargo, en muchos casos, el nivel más prevalente de la atención prehospitalaria de emergencia es la que se proporciona por el Médico de respuesta de emergencia (MRE). Este es un nivel de práctica es reconocida en el perfil nacional de competencia laboral, aunque a diferencia de los siguientes tres niveles sucesivos de la práctica, el MRE no se considera específicamente un paramédico.

De gran importancia para la comprensión de la naturaleza de la práctica paramédica canadiense, el lector debe apreciar el considerable grado de variación inter-provincial. A pesar de un consenso nacional identifica ciertos conocimientos, habilidades y capacidades como ser más sinónimo de un determinado nivel de la práctica en urgencias médicas, cada provincia tiene la

autoridad final en legislar la actual administración y la prestación de servicios médicos de emergencia dentro de sus propias fronteras. Por esta razón, cualquier discusión de Prácticas Paramédico en Canadá es necesariamente amplia y general. Marcos regulatorios específicos y cuestiones relacionadas con la práctica del paramédico sólo puede definitivamente ser contestadas mediante la consulta de la legislación provincial pertinente, aunque Asociaciones paramédico provinciales a menudo pueden ofrecer una visión más simple de este tema cuando está restringido a una base de provincia por provincia.

Los marcos regulatorios varían de una provincia a otra, e incluyen la regulación gubernamental directa a los organismos autorreguladores profesionales, como el Colegio de Paramédicos Alberta. Aunque el título de Técnico en urgencias es una descripción genérica de una categoría de profesionales, la variabilidad de la provincia en los métodos reglamentarios en cuenta las diferencias actuales en los títulos reales que se atribuyen a los diferentes niveles de practicantes. Por ejemplo, la provincia de Alberta utiliza el título de "Técnico en Emergencias Médicas" o "EMT" para la atención primaria y urgencias médicas, "Paramédico" sólo para los calificados para proveer soporte vital avanzado, pero casi todas las provincias se están moviendo gradualmente a la adopción de los nuevos títulos.

### ***Paramédicos de atención primaria.***

Paramédicos de atención primaria son los de nivel de entrada de la práctica paramédica en las provincias canadienses. El alcance de la práctica incluye la realización de la desfibrilación externa semiautomática, la interpretación de 4 derivaciones o EKG de 12 derivaciones, ésta última también depende de la zona, la administración de medicamentos para alivio de los síntomas de una variedad de condiciones médicas de emergencia, la realización de

inmovilización trauma, y otro tipo de atención médica básica fundamental. Los paramédicos de atención primaria también pueden recibir entrenamiento adicional con el fin de realizar ciertas habilidades que son normalmente en el ámbito de la práctica de los paramédicos de atención avanzada. Esto está regulado provincialmente y local, y normalmente implica un aspecto de la vigilancia médica por un organismo o un grupo de médicos. Esto se conoce como control médico, o un papel desempeñado por un hospital de la base a menudo. Por ejemplo, en la provincia de Ontario muchos servicios paramédicos permiten paramédicos de atención primaria para llevar a cabo la interpretación del ECG de 12 derivaciones, o iniciar la terapia intravenosa como la dextrosa al 50%.

La formación del Paramédico en Canadá es intensa, ya que los paramédicos son vistos como profesionales de la salud y de igual importancia a las enfermeras, terapeutas respiratorios, perfusionistas cardíacos y otros. Sin embargo, la naturaleza de la formación y también depende de la provincia.

### **Irlanda.**

El Técnico de Emergencias Médicas es un título definido legalmente en la República de Irlanda en base a las normas establecidas por el Consejo de Atención de Emergencia Prehospitalarias. En la actualidad, los técnicos sanitarios están autorizados a trabajar en ambulancias no urgentes sólo como el estándar para las llamadas de emergencia es de un mínimo de un equipo de dos paramédicos. Los técnicos de emergencias médicas son una parte vital de los servicios voluntarios y auxiliares.

**Reino Unido.**

Técnico de Emergencias Médicas es un término que se ha introducido recientemente en el servicio de ambulancias en el Reino Unido. Algunos de los servicios nacionales de ambulancias del Servicio de Salud se están ejecutando los cursos de adaptación para el personal de EMT que fueron capacitados por el Instituto de Desarrollo de Salud como los técnicos y especialistas de Ambulancia (Ambulancia Assistant). El Servicio de Ambulancias de Londres y el Servicio de Ambulancias del Noroeste se encuentran en el proceso de conversión de los técnicos de ambulancia existentes en nuevos roles como técnico en emergencias médicas 1, 2,3 ó 4 en función de su nivel de experiencia. Los técnicos de ambulancia y especialistas de ambulancia asistencial siguen existiendo dentro de otros servicios de ambulancia Reino Unido, proporcionando el mismo nivel de atención a la EMT con los Asistentes de atención de emergencia que trabajan en algunas áreas como el apoyo. Este grado del personal ahora se está eliminando gradualmente y sustituido por asistentes menores de atención de emergencia calificados.

**Estados Unidos.**

En Estados Unidos, los técnicos sanitarios están certificados de acuerdo con su nivel de formación. Estados individuales fijan sus propias normas de certificación y todo el entrenamiento. El Emergency Medical Technician (EMT) o Técnico de Emergencias Médicas debe cumplir con los requisitos mínimos según lo establecido por las normas de la National Highway Traffic Safety Administration(NHTSA). El Registro Nacional de Técnicos Médicos de Emergencia es una organización privada que ofrece exámenes de certificación basados en pautas de educación NHTSA. Actualmente, los exámenes NREMT (National Registry of Emergency

Medical Technicians) son utilizados por 46 estados como la única base para la certificación en uno o más niveles de certificación EMT.

La NHTSA reconoce cuatro niveles de la EMT:

- EMT-B
- EMT-I/85
- EMT-I/99
- EMT-P

### ***EMT-B.***

EMT-Basic es el nivel de entrada. Los procedimientos y técnicas permitidas en este nivel son generalmente no-invasivo, como el control del sangrado, la ventilación con presión positiva con máscara de bolsa de válvula, cánula orofaríngea, cánula nasofaríngea, la administración de oxígeno suplementario, y entablillado. Los requisitos de capacitación y protocolos de tratamiento varían de una zona a otra.

### *Los niveles intermedios de la EMT.*

EMT-intermedios son los niveles de formación entre la base y paramédico. Hay dos niveles intermedios que son probados por el NREMT, el EMT-I/85 y EMT-I/99, con el nivel de 1999 es el más avanzado de los dos. El plan de estudios estándar para la EMT-I a partir de 1998 se define por la NHTSA, pero cada estado puede no haber ejecutado o aprobado este programa. Muchos estados han dejado de emitir nueva licencia intermedia, en lugar de centrarse en el mantenimiento de las listas actuales de productos intermedios que tienen, y fomentar la base de la filosofía del

programa paramédico. Fuera del marco de la NHTSA, algunos estados han instituido sus propios niveles intermedios.

EMT-I/85 es un nivel de formación que normalmente permite varios procedimientos más invasivos que se permite en el nivel básico, incluyendo la terapia IV, el uso de dispositivos multi-lumen de la vía aérea, y proporciona capacidades mejoradas de evaluación.

El EMT-I/99 representa un nivel más alto que el EMT-I/85 con un mayor alcance de la práctica, tales como la monitorización cardiaca y la administración de las intervenciones farmacéuticas adicionales, así como el tiempo de formación adicional.

### ***EMT-P.***

EMT-paramédicos, que se conoce comúnmente como simplemente "paramédicos", representa el más alto nivel de EMT, y en general, el más alto nivel de proveedor de atención médica prehospitalaria, aunque algunas áreas utilizan los médicos como proveedores de ambulancias aéreas o como proveedor de suelo. Los paramédicos realizan una variedad de procedimientos médicos tales como la reposición de líquidos, la administración farmacéutica, la obtención de acceso IV, la monitorización cardiaca, y otros procedimientos avanzados y las evaluaciones.

### ***Educación y formación.***

Programas de formación para la certificación de EMT varían mucho de un curso a otro, siempre y cuando cada curso cumpla como mínimo los requisitos locales y nacionales. En los Estados Unidos, EMT-B recibe al menos 110 horas de formación en el aula, a menudo alcanzando o excediendo 120 horas. EMT-Está generalmente 200-400 horas de formación, y EMT-P están capacitados para 1.000 horas o más. Además, se requiere un número mínimo de

horas de educación continua para mantener la certificación. Por ejemplo, para mantener la certificación NREMT, EMT-B debe obtener al menos 48 horas de educación adicional y, o bien completar un curso de 24 horas de repaso o de completar un período adicional de 24 horas que lo cubrirían.

Los paramédicos usualmente transportan a los pacientes en ambulancias, aunque hay una gran variedad en cuanto a los procedimientos que ejecutan los paramédicos, convencionalmente son aceptados los siguientes:

- Soporte Vital Básico SVB.
- Evaluación Inicial (revisión primaria). A, B, C, D, E.

Evaluación secundaria (anamnesis y exploración dirigida).

Soporte Vital Avanzado SVA.

ACLS ('Advanced Cardiac Life Support'), que incluye:

- Desfibrilación y cardioversión eléctrica.
- Colocación de marcapasos transcutáneo.
- Monitorización e interpretación de electrocardiogramas.

PALS Atención de trauma, como el soporte vital del trauma prehospitalario (PHTLS) o el soporte vital básico/avanzado de trauma (BTLS o ATLS).

Manejo básico y avanzado de la vía aérea, incluyendo:

- Visualización de la vía aérea mediante el uso de un laringoscopio.
- Retirada de cuerpos extraños mediante el empleo del fórceps Magill.
- Intubación endotraqueal y nasotraqueal. Intubación esofágica.
- Aseguramiento de la vía aérea mediante el uso de máscaras laríngeas.
- Secuencia rápida de intubación (RSI).

- Cricotiroidotomía por punción.

Acceso vascular para la administración de medicamentos y fluidos de resucitación a través de distintas vías:

- Periféricas (terapia intravenosa).
- Canulación intraósea
- Oximetría de pulso y capnografía.
- Toracotomía con aguja por pneumotórax.
- Medición de la glucometría en pacientes diabéticos.

Soporte vital cardíaco intermedio. Monitorización e interpretación de electrocardiogramas.

- Atención pediátrica.
- Administración de medicamentos por vía intramuscular, subcutánea, intravenosa, sublingual, endotraqueal, rectal, oral, intranasal o intraósea.

En ciertos países pueden administrar diferentes medicamentos de emergencia; los cuales varían de acuerdo con las preferencias de las respectivas direcciones médicas, los estándares locales, los protocolos.

Estos pueden ser:

- Bloqueadores de los canales del calcio.
- Simpatomiméticos como la dopamina.
- Medicamentos para tratar problemas respiratorios como el albuterol o salbutamol.
- Medicamentos para la analgesia como la morfina o el fentanilo.
- Medicamentos para el tratamiento de arritmias cardíacas.

**Argentina.**

La profesión de paramédico es nueva, se crea en la ciudad de Rosario, en el año 1999 y luego en Córdoba, en el 2004, la carrera de técnico superior en emergencia médica (TSEM) carrera terciaria, no universitaria, luego varias provincias comenzaron a dictarla. Es contradictorio que en muchas provincias del país existe ya una matrícula profesional para los TSEM, salvo en la provincia que fue pionera en la creación de la carrera.

**España.**

El término paramédico no está recogido de manera oficial por lo que no existen profesionales que utilicen esa denominación. Coloquialmente, por influencia del sistema anglosajón, algunos suelen asociarlo a los Técnico en Emergencias Sanitarias. Otros colectivos lo asignan al enfermero de emergencias prehospitalarias por considerar que su labor se asemeja más al paramédico anglosajón, ya que sólo los enfermeros están autorizados a realizar técnicas invasivas, algo que no se permite a los técnicos. Los técnicos están presentes en las ambulancias de Soporte Vital Básico, y también junto a enfermeros y médicos en las ambulancias de Soporte Vital Avanzado. También hay técnicos junto a enfermeros en ambulancias de Soporte Vital Intermedio o Soporte Vital con Enfermería que actuarían de forma similar a las ambulancias del sistema paramédico anglosajón con conexión directa radio telefónica con el médico regulador.

En España existe el Técnico en Emergencias Sanitarias (T.E.S.) y no el Paramédico.

La figura del Técnico en Emergencias Sanitarias (T.E.S.) es toda persona poseedora del título de Formación Profesional de grado medio (2.000 horas) o certificado de profesionalidad que puede prestar atención sanitaria básica y ayuda avanzada y psicológica en el entorno pre-hospitalario, hacer el traslado al centro sanitario más útil en función de su gravedad, colaborar en

la organización y desarrollo de los planes de emergencia, de los dispositivos de riesgo previsible y de la logística sanitaria ante una emergencia individual, colectiva o catástrofe y llevar a cabo actividades de teleoperación y teleasistencia sanitaria en las distintas centrales de coordinación de emergencias. En resumen el T.E.S. es la persona que puede gestionar, coordinar y participar en una emergencia de carácter sanitario, ya sea individual o colectiva.

### **Finlandia.**

Los paramédicos están encuadrados dentro de las profesiones de enfermería, siendo enfermeros especializados en emergencias, de tal forma que estudian una titulación que les otorga un doble título de enfermeros/paramédicos.

### **Alemania.**

Los paramédicos/técnicos de ambulancia tienen algunas funciones de los paramédicos como en Inglaterra y Estados Unidos, esas técnicas (intubación o canalización de vía) serán ordenadas por el médico (en alemán Notarzt) y solo hará esas técnicas en caso de que el médico no pueda llegar al in-situ del accidente.<sup>1</sup>

### **Venezuela.**

Los paramédicos deben ser mínimo Técnicos Superiores Universitarios en Emergencias Prehospitalarias y los mismos egresan de los Institutos Universitarios de Tecnología, tales como el “Rufino Blanco Fombona”, Gaceta Oficial N° 37.509, 20 de agosto de 2002 y/o el “Bomberil”,

---

<sup>1</sup> Más información sobre el Rettungssanitäter / -Assistent (Paramédico /asistente, en Alemania) en: [http://www.ckt-verbund.de/ckt\\_Josef\\_Meibeck\\_GmbH/Rettungssanitter\\_Assistsnt.htm](http://www.ckt-verbund.de/ckt_Josef_Meibeck_GmbH/Rettungssanitter_Assistsnt.htm)

Gaceta Oficial N° 38.508, 25 de agosto de 2006 ratificado Gaceta Oficial N° 39.122 de 17 de febrero de 2.009 (Aprobación de los Licenciados en Emergencia Prehospitalaria); en el Decreto Presidencial Nro. 6.055, Manual Descriptivo de Clases de Cargos de Carrera, Gaceta Oficial Nro. 38.921 de 30 de abril de 2.008, Artículo 2.- Técnicos Superiores Universitarios, 2.4.00.00 Ciencias de la salud, 2.4.11.00 Emergencia Prehospitalaria, 2.4.11.01 T.S.U. Emergencia Prehospitalaria; Artículo 4.- Ciencias de la Salud: Las trabajadoras y los trabajadores comprendidos en este grupo hacen: -Proporcionan atención primaria e inmediata a personas víctimas de accidentes o enfermedad repentina; Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo, Resolución por la cual se aprueba el Manual Descriptivo de Competencias Genéricas para Cargos de Carrera de la Administración Pública Nacional, Gaceta Oficial # 38.924 de 06 de mayo de 2.008; Ministerio del Poder Popular para la Salud, Coordinación de clasificación y remuneración de cargos: Caracas, 26 días del mes de Agosto de 2008, Denominación genérica del cargo: Técnico I, Denominación específica del cargo: Técnico Superior Universitario en Emergencia Prehospitalaria Paramédico, Código: 2.4.11.01 y Denominación genérica del cargo: Técnico II Denominación específica del cargo: Técnico Superior Universitario en Emergencia Prehospitalaria Supervisor Paramédico, Código: 2.4.11.01. El 07 de septiembre de 2005 se aprueba el registro de títulos y se reconoce y regula a los Técnicos Superiores Universitarios en Emergencias Prehospitalarias del Instituto Universitario de Tecnología Rufino Blanco Fombona, por la Dirección General de Investigación y Educación, la Dirección General de Contraloría Sanitaria, Dirección de Registros de Títulos de Profesionales de Salud del Ministerio del Poder Popular para la Salud, y al mismo tiempo se suspende el registro de Técnicos Medios (no formales) de Emergencias Prehospitalarias – Paramédicos. (R. Méndez

2011), con todas las competencias iguales a los paramédicos de los Estados Unidos, Canadá o México.

### **Colombia.**

En Colombia, existen los siguientes niveles de formación en Atención Prehospitalaria (Paramédico).

1. Nivel Tecnólogo en Atención Prehospitalaria Tiene funciones de coordinación y está capacitado para brindar soporte vital avanzado.
2. Nivel Técnico en Atención Prehospitalaria Tiene funciones de asistente y está capacitado para brindar soporte vital básico.
3. Nivel Primer Respondiente Tiene funciones de auxiliador y líder comunitario en primeros auxilios.

### **México.**

El proceso de educación de los Técnicos en Urgencias Médicas (TUM) Paramédicos debe acoplarse a las necesidades y capacidades existentes en el país y analizarse, en vista de que la mayor parte de los técnicos en México tienen niveles de entrenamiento equivalentes a nivel básico o menor. Actualmente, sólo cinco universidades tienen programas de educación para técnicos en urgencias médicas paramédicos aprobados por la Secretaría de Educación Pública (SEP). Los programas son distintos pero todos tienen el nivel de Técnico Superior Universitario (TSU). La Universidad de Guadalajara otorga título de TSU en Emergencias Médicas, Seguridad Ocupacional y Rescate; las Universidades Tecnológicas de Aguascalientes y Hermosillo de TSU Paramédico; una universidad privada en Puebla de TSU en Emergencias Médicas y Desastres, y

la Universidad Colegio Latinoamericano de Educación Avanzada de Licenciatura y TSU en Atención Prehospitalaria Paramédico, por medio de un programa de educación a distancia; hay otras instituciones educativas que proporcionan cursos en los que ofrecen certificados de entrenamiento de Técnico en Urgencias Médicas como la Cruz Roja Mexicana , Iberomed y Protección Civil entre otros. Sin embargo, en una encuesta realizada en 20/06/2010 se estimó que existen entre 13,000 y 23,000 tripulantes de ambulancias en México.

### **Australia.**

El paramédico cuenta con una formación específica, dividido en 2 niveles:

EMT-P: – Emergency Medical Technician – Paramedic (Técnico en Emergencias Médicas – Paramédico)

EMT-ICP: – Emergency Medical Technician – Intensive Care Paramedic (Técnico en Emergencias Médicas – Paramédico de Cuidados Intensivos)

Siendo estos niveles el último escalón, de la escalera de los Técnicos en Emergencias Médicas (personal específicamente entrenado en la atención sanitaria médica prehospitalaria.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Más información en <http://tessinf.com/informacion/que-es-el-paramedico-regulacion-segun-algunos-paises/>

## **Marco conceptual**

### **Epidemiología.**

En la actualidad, la enfermedad coronaria se considera como la pandemia más importante del siglo XXI. “Se calcula que en 1996 fallecieron en el mundo 15 millones de personas por alguna enfermedad cardiovascular, lo que representa 29% de la mortalidad total, y la cardiopatía isquémica fue responsable de la muerte de 7 millones de personas” (Galindo León & Mendoza Beltrán 2010, p. 123).

Por otra parte, la aterosclerosis y sus complicaciones son la principal causa de mortalidad y morbilidad en los países desarrollados.

En Estados Unidos 60 millones de adultos padecen enfermedad cardiovascular, que es responsable de 42% de todas las muertes cada año, con un costo de \$218 billones de dólares. Sin embargo, el número absoluto de muertes atribuibles a enfermedad cardiovascular es mayor en países en vías de desarrollo en comparación con los más desarrollados (9 vs. 3 millones) (Organización Mundial de la Salud, World Health Report, 2002).

Los estudios epidemiológicos muestran que para 2020 la enfermedad cardiovascular será responsable de 25 millones de muertes al año; es decir 36%, y por primera vez en la historia de nuestra especie será la causa más común de muerte. De este modo, la enfermedad cardiovascular puede ahora considerarse como la más seria amenaza para el género humano. Las proyecciones realizadas sobre las cuatro causas principales de muerte a nivel mundial en 2030, indican que serán en su orden: la enfermedad isquémica del corazón, la enfermedad cerebrovascular, el VIH/SIDA y la enfermedad pulmonar

obstructiva crónica. De otra parte, se proyecta que el número total de muertes atribuibles al tabaco aumentará de 5,4 millones en 2005 a 6,4 millones en 2015 y a 8,3 millones en 2030. Se calcula que el tabaco matará 50% más personas en 2015 que el VIH/SIDA y será responsable de 10% de todas las muertes (Organización Mundial para la Salud, 2007).

Pese a la gravedad de la enfermedad, hay un porcentaje significativo de evidencia que sugiere que la progresión de la aterosclerosis puede revertirse con intervenciones en el estilo de vida y medicamentos, en la mayoría de individuos. Según este mismo reporte, la mortalidad y morbilidad ajustadas por edad han disminuido de forma progresiva por más de dos décadas en Norteamérica y Europa, aunque no del mismo modo en países en vía de desarrollo, lo que se atribuye a fenómenos tales como el desplazamiento a zonas rurales, los cambios en el estilo de vida, la pobre intervención en materia de prevención y la falta de adopción a los protocolos de manejo de las enfermedades cardiovasculares.

La mortalidad por infarto agudo del miocardio ha disminuido en casi 30% en las últimas dos décadas, aunque la carga por enfermedad coronaria permanece alta. Este año se estima que, en promedio, aproximadamente un americano pudiera tener un síndrome coronario agudo cada veinticinco segundos, la que causa una muerte por minuto. La prevalencia de síndrome coronario agudo sin elevación del ST está en aumento cuando se compara con el infarto agudo del miocardio con elevación del ST. (Organización Mundial para la Salud, 2007)

### *Incidencia del infarto agudo del miocardio.*

La Sociedad Colombiana de Cardiología (SCC) presento en su publicación del 2010 un estudio hecho por la OMS, de nombre MONICA, (Monitoring trends and determinants in Cardiovascular Diseases), este estudio se hizo para establecer la incidencia del infarto agudo del miocardio en una zona geográfica, basado, en los registros poblacionales (Mendoza Beltran Fernán, MD, 2010, p 123 – 125), en éste participaron 37 centros de 21 países que realizaron un registro poblacional de infarto agudo del miocardio en una población de 35 a 64 años durante el periodo comprendido entre 1980 a 1984 y 1991 a 1995 según el centro. La tasa de letalidad por infarto agudo del miocardio a los 28 días, fue de 49% en hombres y de 53,8% en mujeres. Las dos terceras partes de los casos de infarto agudo del miocardio fatal se produjeron fuera del hospital y no llegaron a recibir asistencia sanitaria hospitalaria. Algunas de las variables que se asociaron con mayor riesgo de fallecer fuera del hospital, fueron el género masculino y la edad inferior a 65 años. La muerte súbita fue la primera forma de presentación de la cardiopatía isquémica en 19% a 26% de los pacientes. Los resultados de este estudio también muestran que:

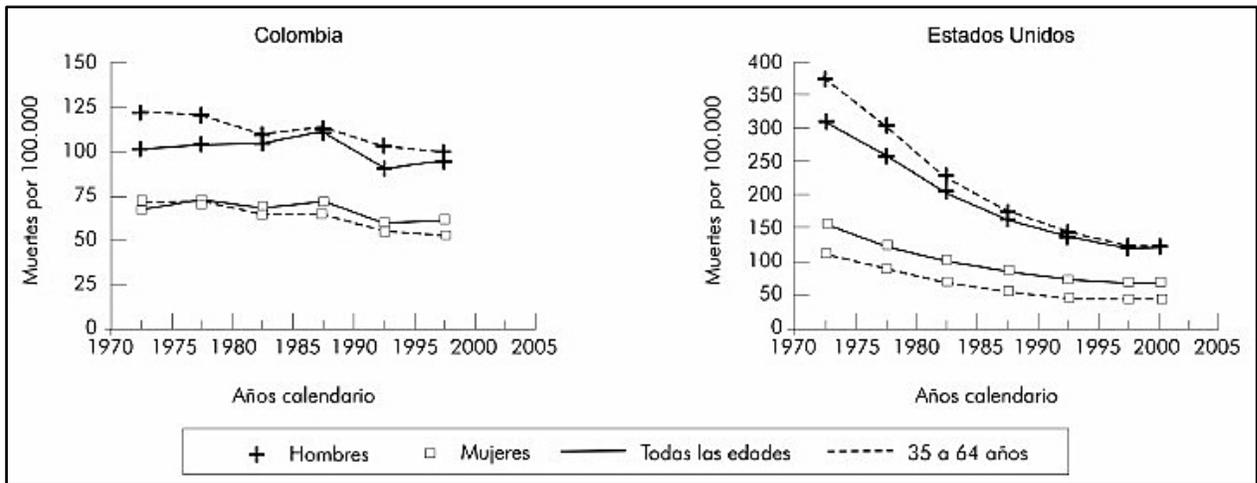
“Existe una importante variabilidad en la incidencia y la letalidad del infarto agudo del miocardio entre diferentes poblaciones (hombres y mujeres), por lo que se hace necesario conocer las estadísticas propias de cada región para optimizar la implementación de estrategias tanto preventivas como terapéuticas” (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p 123).

En el estudio de tendencias en la mortalidad por enfermedad coronaria y enfermedades cerebrovasculares en las Américas realizado por Rodríguez y colaboradores, (T, M, C, C, F, & Negri E, 2006, p 60 – 453) se observó:

Reducción sustancial y sostenida en la mortalidad por enfermedad coronaria en Estados Unidos y Canadá (cercana a 260% en ambos géneros), sin embargo, entre los países

latinoamericanos, sólo Argentina tuvo una disminución comparable en la mortalidad entre 1970 y 2000 (63% en hombres y 68% en mujeres). Brasil, Chile, Cuba y Puerto Rico mostraron caídas menores (entre -18% y -33% en hombres y -18% y -45% en mujeres). Países como Colombia, Costa Rica, México y Ecuador, que se caracterizaban por las menores tasas de mortalidad coronaria en 1970, tuvieron tendencias al ascenso. En países con una reducción sustancial en la mortalidad por enfermedad coronaria, cerca de tres cuartos de este descenso pueden atribuirse a la reducción en la tasa de eventos (relevancia en la mejoría en los factores de riesgo) y la cuarta parte restante a la mejoría en la fatalidad de los casos (por mejoría en el tratamiento). Un estudio conducido en el Reino Unido sugiere que cerca de 60% de la caída en la mortalidad por enfermedad coronaria registrada en las dos décadas pasadas, puede atribuirse a la reducción en los factores de riesgo mayor y 40% al tratamiento médico. Debido a que parte del descenso en la mortalidad por enfermedad coronaria en Norteamérica también puede atribuirse a la optimización en el manejo y el tratamiento, las tendencias menos favorables descritas en Latinoamérica pueden reflejar en parte una adopción inadecuada o tardía del tratamiento efectivo de la enfermedad, que incluye trombolíticos, aspirina, beta-bloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y angioplastia (figura 1). Las diferencias en las tendencias también pueden deberse a cambios en los métodos de diagnóstico y tratamiento, en el registro de la entidad, el diligenciamiento de los certificados de defunción o la combinación de estos factores. (Galindo León & Mendoza Beltrán 2010, p. 124)

Figura 1. Tendencias en la mortalidad por enfermedad coronaria



Nota: Tendencias en la mortalidad por enfermedad coronaria estandarizada por edad (estándar mundial) por 100.000 habitantes, según el certificado de defunción en Colombia y Estados Unidos 1970-2000. Adaptada de: Rodríguez T, Malvezzi M, Chatenoud C, Bosetti C, Levi F, Negri E, et al. Trends in mortality from coronary heart and cerebrovascular disease in the Americas: 1970-2000. *Heart* 2006; 92: 60-453.

### ***Comportamiento del infarto agudo del miocardio con elevación del ST.***

La historia natural desarrollo del infarto agudo del miocardio con elevación del ST es difícil de establecer debido a una serie de razones: “la frecuente incidencia de infarto silente, la frecuencia de muerte súbita fuera del hospital y los distintos métodos y definiciones utilizados para el diagnóstico de esta entidad” (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p 125). A continuación estos mismos autores afirman que:

La mortalidad inicial en las primeras horas no ha cambiado mucho en los últimos años, a diferencia de lo que ha sucedido con la mortalidad hospitalaria. Antes de la introducción de las unidades de cuidados intensivos en la década de los sesenta, la mortalidad intrahospitalaria alcanzaba una media de 25% a 30%. Con el uso generalizado de las intervenciones coronarias, agentes fibrinolíticos, tratamiento antitrombótico y

prevención secundaria, la mortalidad total al mes se ha reducido entre 4% a 6%. No obstante, las tasas de mortalidad que se observan en los registros son mucho más elevadas, lo que indica que los pacientes incluidos en estudios aleatorizados presentan menor riesgo que los que se encuentran en el mundo real.

En el 2002 (Eagle, Goodman, Avezum, Budaj, Sullivan, & López Sendón, 2002, p. 359 - 373) se realizó un estudio llamado GRACE, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Porcentaje de pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del ST fue de 34%, para infarto agudo del miocardio sin elevación del ST fue de 30% y para angina inestable 29%; la mortalidad intrahospitalaria sigue siendo mayor para el infarto agudo del miocardio con elevación del ST cuando se compara con infarto sin elevación del ST, pero la mortalidad extrahospitalaria de este último aún es mayor.

Orlandini y colaboradores efectuaron un análisis retrospectivo de las bases de datos de cinco estudios que incluyeron 50.310 pacientes de 53 países en cinco continentes, con el objetivo de evaluar mediante el ingreso nacional bruto (INB), si la mortalidad en infarto agudo del miocardio con elevación del ST se asocia con el desarrollo económico de los países. (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 125); El análisis a treinta días, mostró que:

La mortalidad por infarto agudo del miocardio se encuentra inversamente relacionada con el INB; sin embargo, los pacientes de países con bajo INB difieren de aquellos con alto INB y no sólo con respecto al tratamiento. Varias características de mayor riesgo como: género femenino, frecuencia cardíaca más alta, clase Killip más severa, infarto de localización anterior e infarto previo, fueron más comunes en países de bajo ingreso y menos en países de mayor ingreso. También se encontraron diferencias en el tipo de agente fibrinolítico usado. La mayoría de los estudios con alteplasa o tenecteplasa se

efectuaron en países con alto INB. Además, el tiempo transcurrido desde el inicio de los síntomas a la aleatorización y desde la aleatorización a la terapia trombolítica, fue más corto en la medida en que incrementó el INB. Así mismo, se observó una diferencia significativa entre los grupos con el uso de procedimientos invasivos. Los procedimientos de revascularización en países con alto INB fueron quince veces más frecuentes que en países con bajo INB y dos veces más comunes que en países de INB medio. No obstante, después de ajustar por los predictores conocidos de mortalidad, incluyendo factores de riesgo, estado hemodinámico, tratamiento fibrinolítico y tiempo al tratamiento, la mortalidad fue aún más alta en países de menor ingreso.

Los autores concluyen que: “podría haber otros factores adicionales a las diferencias descritas, que contribuirían a una mayor mortalidad. Estos podrían relacionarse con factores intermediarios tales como características del cuidado hospitalario, estado nutricional o nivel educativo de los pacientes”.

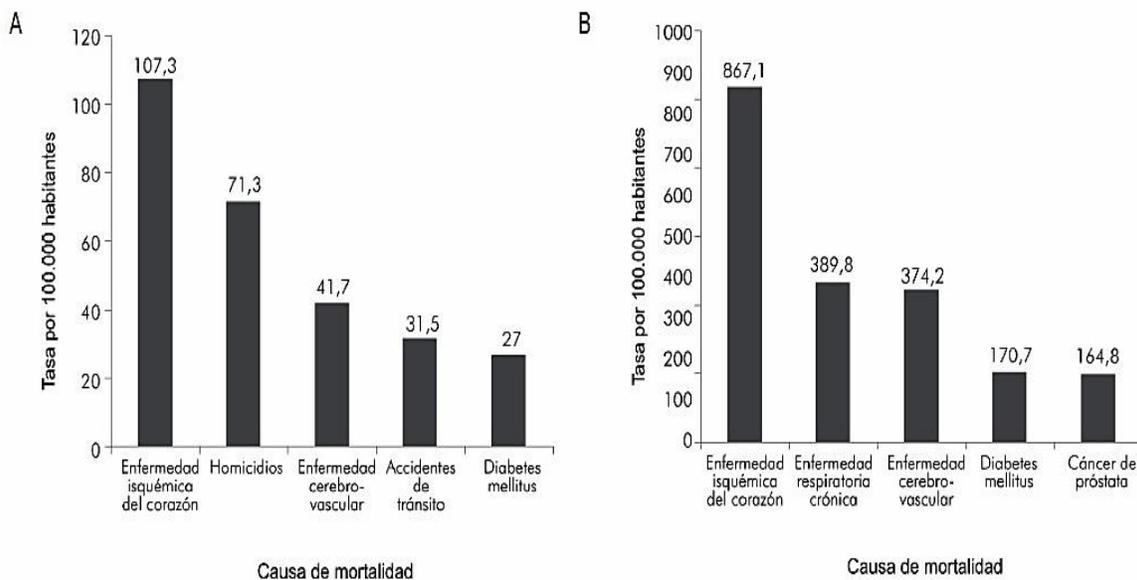
Hablando del momento de Colombia en relación a este estudio (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 126) concluyeron que:

Al igual que el resto de los países de la región, Colombia experimenta cambios demográficos propios de las sociedades en transición. Su población envejece y se proyecta que la tendencia de la esperanza de vida al nacer, aumentará de 72,17 años en 2000-2005 a 73,23 años en 2005-2010, con cifras de 76,27 en mujeres y 70,34 en hombres. Las enfermedades del sistema circulatorio ocuparon el primer lugar como grupo de causas de muerte en la población general en 2002, con 27,3% del total de las defunciones (para el período 1995-1998 las cifras estaban entre 26% y 30%).

### ***Mortalidad por enfermedad coronaria en Colombia.***

De acuerdo con las estadísticas publicadas por el Ministerio de Protección Social en el informe sobre la situación de salud en Colombia-indicadores de salud 2007, la enfermedad isquémica del corazón es la principal causa de muerte tanto en hombres como en mujeres mayores de 45 años o más, superando incluso las muertes violentas o los cánceres combinados (figura 2) (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p.127).

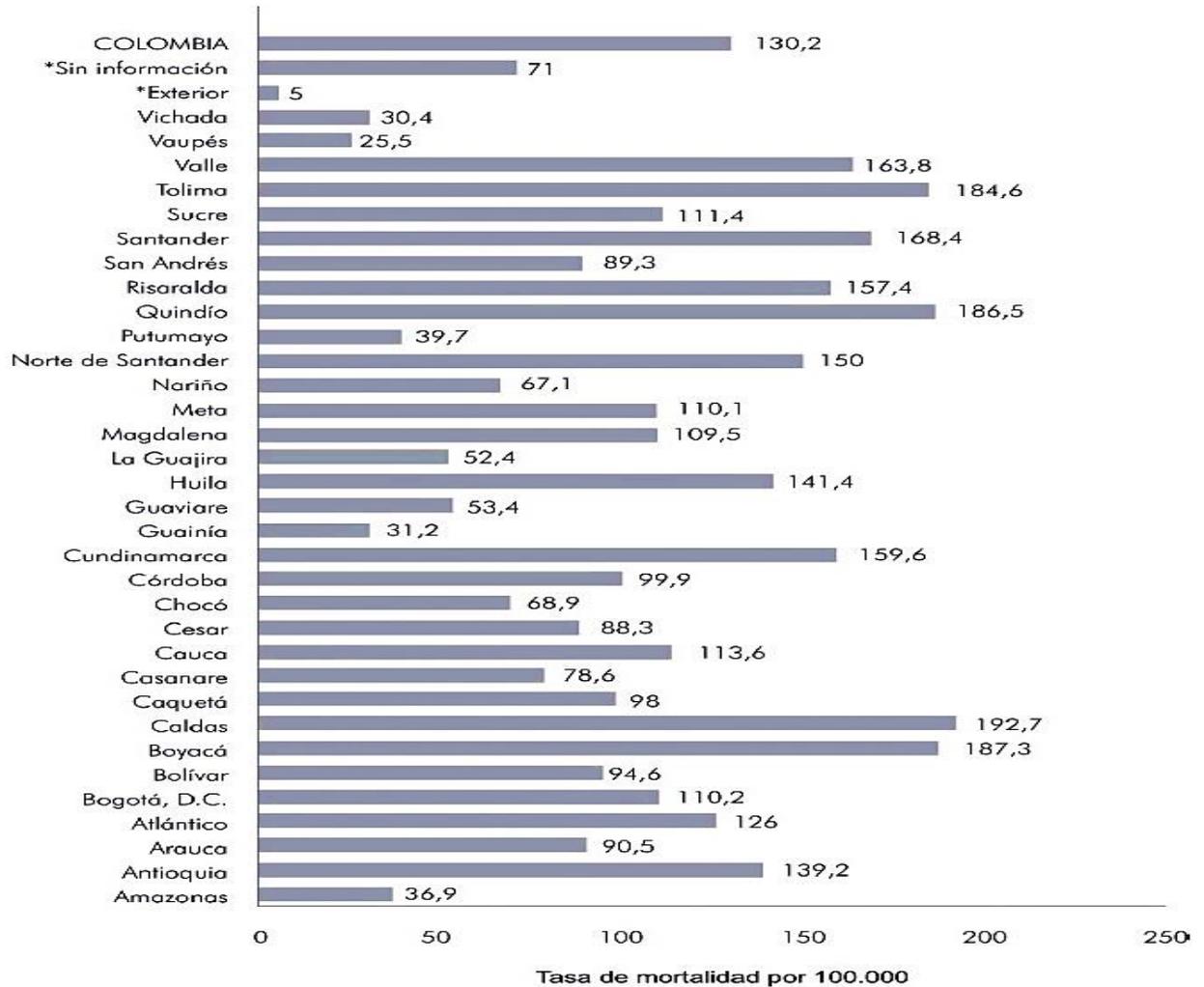
Figura 2. Situación de salud en Colombia 2007



Nota: Tasas por 100.000 habitantes de las cinco primeras causas de mortalidad entre 45 y 64 años (A) y 65 años y más (B) en Colombia. (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 127)

La tasa de mortalidad atribuible a esta enfermedad fue de 107, 3 por 100. 000 habitantes en personas de 45 a 64 años, y de 867, 1 por 100.000 habitantes para personas de 65 o más años. Los departamentos con mayores tasas de mortalidad por enfermedades coronarias en su orden fueron: Caldas, Boyacá, Quindío, y Tolima, y las menores fueron en Guainía y Vaupés (figura 3)

Figura 3. Discriminación de las muertes a causa de SCA por departamentos



Nota: mortalidad por enfermedad del sistema circulatorio según el departamento de residencia. Ministerio de Protección Social. Situación de salud en Colombia 2007 (tasas por 100.000 habitantes (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 128)

De manera adicional, se conoce por estudios recientes que la mayor mortalidad por infarto agudo al miocardio en países pobres, no sólo se debe a riesgo basal de la población sino a otros factores relacionados con posiblemente con la disponibilidad, calidad de los recursos humanos y tecnológicos y otros factores socioeconómicos no bien estudiados.

Pero afortunadamente las tendencias actuales muestran un mayor uso de tratamientos basados en la evidencia, lo cual seguramente impactará de manera favorable la sobrevivida

libre de eventos en pacientes con síndrome coronario agudo. Resta efectuar un examen más exhaustivo de las estrategias de prevención secundaria y políticas sanitarias para reducir las diferencias sociales, teniendo en cuenta la alta incidencia de eventos recurrentes a largo plazo que se observa especialmente en pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del ST en quienes son cruciales las estrategias de prevención. (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 127)

### ***Epidemiología del infarto agudo del miocardio por género.***

“Las tasas de incidencia y mortalidad posteriores a un infarto agudo del miocardio en mujeres, son entre dos y siete veces menores que en los hombres según la región geográfica. Las mujeres presentan un infarto entre siete y diez años más tarde que los hombres y además mayores comorbilidades” (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 127-129).

No obstante, los datos de los registros poblacionales indican que, una vez se presenta el evento, la mortalidad ajustada por edad a veintiocho días es superior (53,8%), en comparación con los varones (49,0%). Del mismo modo, se observa una correlación inversa entre la tasa de incidencia y la razón de letalidad. Esto sugiere que las mujeres suelen fallecer por disminución de la contractilidad ventricular, mientras que los hombres fallecerían más por arritmias como fibrilación ventricular. En el estudio de tendencias en la mortalidad por enfermedad coronaria en las Américas, el análisis por género en el año 2000 mostró que las mayores tasas en las mujeres las tuvieron Cuba (79,4/100.000), Venezuela (78,6/100.000), Estados Unidos (67,6/100.000) y Colombia (63,3/100.000) y las menores fueron de Ecuador (21,3/100.000), Argentina (26,5/100.000) y Chile (38,1/100.000). En los hombres, las mayores tasas de mortalidad las presentaron Venezuela (137,3/100.000), Estados Unidos (119,6/100.000), Cuba (115,6/100.000),

Costa Rica (106,9/100.000) y Colombia (96,9/100.000) (Figura 4) (Galindo León & Mendoza Beltrán, 2010, p. 127- 129)

Figura 4. Epidemiología del SCA. Hombres vs Mujeres

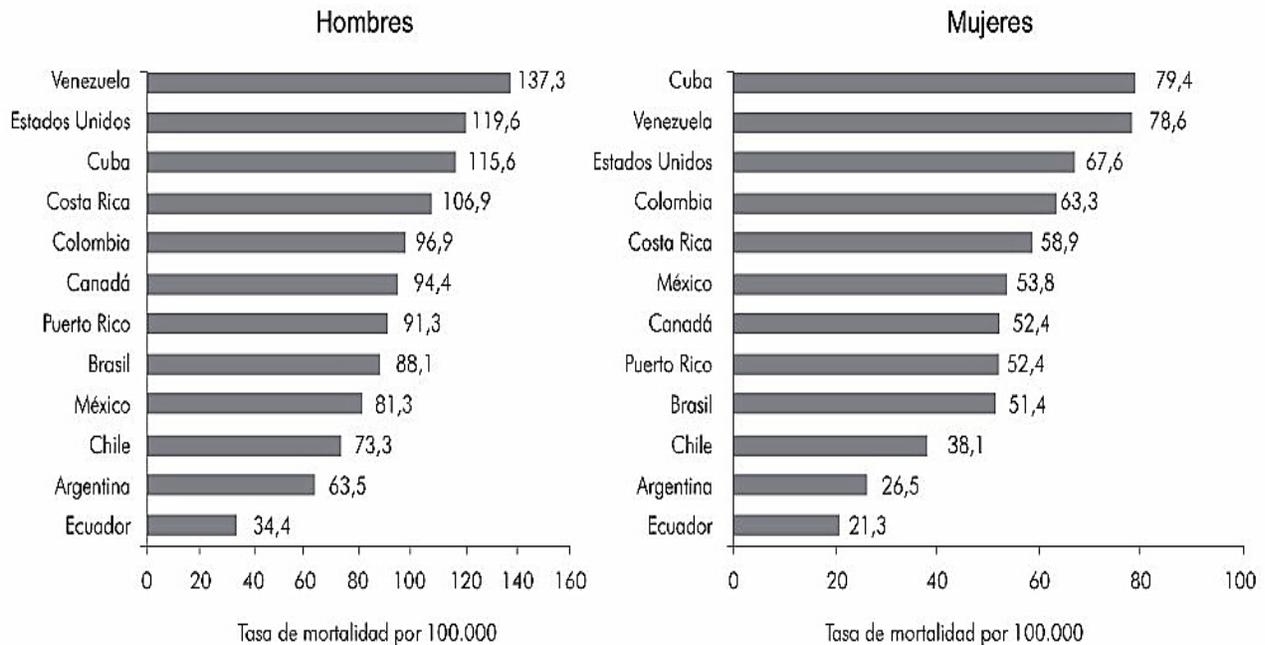


Figura 4. Tasas de mortalidad por enfermedad coronaria por 100.000 habitantes, estandarizadas por edad (estándar mundial) con base en los certificados de defunción en las Américas. Adaptada de: Rodríguez T, Malvezzi M, Chatenoud C, Bosetti C, Levi F, Negri E, et al. Trends in mortality from coronary heart and cerebrovascular disease in the Americas: 1970-2000. Heart 2006; 92: 453-60.

### Embriología Cardíaca.

Los principales eventos cardiovasculares ocurren en la tercera semana de la evolución, pero a manera de resumen se puede decir que:

La cardiogénesis principia el día 18 de la vida intrauterina, al formarse la excrescencia cardiogénica del mesodermo precardiaco y termina el día 45 con la formación de la parte membranosa del tabique ventricular. Luego el primordio cardiaco se forma en la placa cardiogénica ubicada en el extremo craneal del embrión. Es entonces cuando las células

angiogénicas de configuración semejante a una herradura se funden para formar dos tubos endocárdicos; después debido a pliegue cefálico y lateral ingresan en la región torácica en donde se fusionan formando un solo tubo endocárdico. A partir de este proceso evolutivo, se van conformando las características anatómicas de las cavidades cardíacas y de los vasos que emergen de este órgano. Es así como al final de la octava semana se completa el desarrollo anatómico del corazón fetal y su maduración fisiológica se continúa después del nacimiento. (Gómez Gómez, Danglot Banck, Santamaría Díaz, & Riera Kinkel, 2012, p. 92)

De manera cronológica, los principales eventos en el desarrollo cardiovascular son expresados en la tabla 1, que a continuación se muestra.

Tabla 1. Principales eventos en el desarrollo cardiovascular

Semanas	Días	Somitas *	Longitud (mm)	Secuencia de eventos
1-2	0 – 20	1	1.5	No hay corazón ni grandes vasos
3	20	2	1.5	Hay placa cardiogénica
	21	5	1.5	Aparecen los tubos endocárdicos
4	22	10	2.0	Ocurre la fusión de los tubos endocárdicos
	23	12	2.0	Sólo medio tubo cardíaco, primera contracción
	25	17	2.5	Se forma bucle cardiogénico
	26	20	3.0	Aurícula única
5	29	25	4.0	Aurícula bilobulada
	30	26	4.0	Se inicia la circulación
	31	28	4.8	<i>Septum primum</i>
	35		7.5	Orificio AV, corazón de tres cámaras
6	36		8.5	<i>Septum secundum</i>
	39		10.0	Tabique inferior completo
	40		10.5	Formación del <i>septum</i> bulbo-ventrículo
	42		13.0	División del tronco arterial
7	49		20.0	Corazón ya con cuatro cámaras, absorción de

		venas pulmonares
8	50	El tracto de salida, aorta-tronco pulmonar están ya separados

**\*Somitas:** Los somitas o somitos son estructuras segmentadas, formadas a ambos lados del tubo neural durante el desarrollo embrionario a partir del mesodermo paraxial o mesodermo dorsal somítico. A pesar de ser estructuras transitorias, poseen un rol importante en la organización del patrón segmentario en los embriones de los vertebrados, dando origen a las células que formarán las vértebras y costillas, la dermis de la piel dorsal, los músculos esqueléticos de la espalda y los músculos esqueléticos de la pared corporal y de las extremidades. (Scott F, 2006, p. 53-58)

Tomado de Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón vol. 79 (Primera Parte) (Gómez Gómez, Danglot Banck, Santamaría Díaz, & Riera Kinkel, 2012, p 92 - 101)

### **Resumen de la anatomía cardíaca aplicada a la electrocardiografía.**

A continuación se citará un resumen de lo referente a la anatomía cardíaca, electrofisiología y electrocardiografía en el adulto, expresado por (Duque R & Vesga A, 2008) en su libro Electrocardiografía, de la Sociedad Colombiana de Cardiología.

El corazón está ubicado en el mediastino, tres cuartas partes a la izquierda de la línea media. Su punta normalmente se puede palpar al nivel del quinto espacio intercostal con línea media clavicular. En la parte superior limita con la aorta ascendente y el cayado aórtico. El borde superior derecho está conformado por la aurícula izquierda y limita con la vena cava superior. El borde izquierdo se relaciona con el tejido pulmonar y en su mayoría está conformado por el ventrículo izquierdo. Encima de éste se ubica la auriculilla izquierda.

### ***Reparos anatómicos.***

La separación entre las aurículas y los ventrículos está dada por el surco coronario o aurículo-ventricular; la arteria coronaria derecha sigue este surco en la parte derecha y en forma contralateral lo hace la arteria circunfleja. Los ventrículos se separan en el exterior por el surco interventricular, zona por donde viaja la arteria coronaria descendente anterior y posteriormente

la arteria descendente posterior. La cruz del corazón ubicada en la parte posterior, corresponde al punto de encuentro del surco aurículo-ventricular con el interventricular.

### ***Esqueleto fibroso.***

La estructura que sirve como soporte para la inserción de los músculos cardíacos, se denomina esqueleto fibroso. Su centro se encuentra en la unión de la aorta, la mitral y la tricúspide, y como prolongación de éste se encuentra el tabique membranoso ventricular el cual está localizado en la parte superior del tabique ventricular muscular que se extiende en la parte superior a la válvula tricúspide, por lo tanto constituye parte de la cara medial de la pared auricular derecha.

### ***Cámaras cardíacas***

#### ***Aurícula derecha.***

El retorno de la sangre al corazón ocurre por las venas cavas a la aurícula derecha. El nódulo sinusal usualmente se encuentra localizado en la unión de la vena cava superior con la aurícula derecha y la auriculilla derecha. La pared de la aurícula derecha tiene un espesor de tres milímetros. En la desembocadura de la vena cava inferior se encuentra una válvula rudimentaria llamada válvula de Valsalva. En la parte central del septum interauricular existe una depresión llamada fosa oval. El drenaje de las venas coronarias se da por el seno coronario, el cual se encuentra entre la vena cava inferior y la válvula tricúspide, protegido por un pliegue de tejido llamado válvula de Tebesio.

*Ventrículo derecho.*

El ventrículo derecho se halla detrás del esternón. Su espesor varía entre cuatro a seis milímetros. Desde el punto de vista funcional se puede dividir en dos tractos, el de entrada y el de salida. El primero está conformado por la válvula tricúspide y los músculos trabeculares, y cumple la función de dirigir la sangre hacia abajo y hacia la parte anterior en un ángulo de aproximadamente sesenta grados con respecto al tracto de salida. El tracto de salida o también conocido como infundíbulo, está conformado por la porción superior del ventrículo derecho que limita con la válvula pulmonar.

El orificio de válvula tricúspide es mayor que el de la mitral; así mismo, sus valvas son más blancas, transparentes y delgadas. En el ventrículo derecho existen tres músculos papilares que se unen a las válvulas a través de las cuerdas tendinosas, las cuales hacen uniones entre sí para dar más firmeza y soporte. La válvula sigmoidea pulmonar está compuesta por tres cúspides fibrosas; detrás de cada una de ellas existe una protrusión de la pared del vaso, conocida como seno de Valsalva. En el borde libre existe una formación medular llamada cuerpo de Arancio, que sirve de soporte.

*Aurícula izquierda.*

La sangre proveniente del circuito pulmonar ingresa por las venas pulmonares, las cuales tienen unas formaciones musculares que ejercen una función de esfínter que evita el reflujo de sangre. La aurícula izquierda se ubica en la parte central y posterior, y tiene un espesor de tres milímetros.

*Ventrículo izquierdo.*

La sangre regresa de los pulmones a través de las venas pulmonares a la aurícula izquierda, luego a través de la válvula mitral al ventrículo izquierdo, y de allí pasando la válvula sigmoidea aórtica a la aorta y a las arterias periféricas. El espesor de la pared es de 8 a 15 milímetros, casi el triple del espesor del ventrículo derecho. La valva anterior medial de la válvula mitral se divide en dos cavidades: una de entrada y otra de salida. El tracto de entrada está formado por el anillo mitral y las dos valvas mitrales junto con las cuerdas tendinosas, y dirige la sangre hacia abajo y adelante y a la izquierda. El tracto de salida está limitado por la valva mitral, el tabique interventricular y la pared libre. Éste dirige la sangre hacia arriba y hacia la derecha.

*Circulación coronaria**Arteria coronaria izquierda.*

Usualmente, se origina de un orificio único del seno coronario izquierdo de la aorta y forma el tronco principal, el cual mide aproximadamente un centímetro; luego se divide en la arteria descendente anterior y la circunfleja. La descendente anterior se dirige hacia abajo por el surco interventricular anterior y la circunfleja por el surco aurículo-ventricular izquierdo.

*Arteria descendente anterior.*

Las ramas septales de la descendente anterior se originan en ángulo agudo; pueden ser de tres a cinco y llevan circulación al tabique interventricular. Las ramas que se dirigen a la pared libre del ventrículo izquierdo, en número de tres a cinco, se llaman ramas diagonales.

*Arteria circunfleja.*

Se origina en un ángulo de 90° del tronco principal izquierdo; viaja por el surco aurículo-ventricular izquierdo y suministra ramas a la superficie diafragmática del mismo lado y luego origina más ramas que se encuentran con ramas de la coronaria derecha. En el 10% de los corazones la arteria circunfleja continúa por el surco interventricular llegando al surco interventricular posterior conformando la cruz posterior, lo cual hace que la circulación del ventrículo izquierdo sea exclusiva de la arteria coronaria izquierda en estos corazones. A esto se le llama circulación de predominio izquierdo.

*Arteria coronaria derecha.*

En la mitad de los corazones normales la arteria coronaria derecha tiene dos orificios en el seno de Valsalva derecho. El más pequeño da como resultado la formación de la arteria conal que va a constituir el anillo de Vieussens a nivel de las válvulas pulmonares; si el orificio es único la primera rama que origina es la arteria conal. La coronaria derecha viaja por el surco aurículo-ventricular derecho que posteriormente, en el 90% de las personas normales, desciende por el surco interventricular conformando la arteria coronaria descendente posterior, a lo cual se le llama dominancia derecha.

*Sistema venoso coronario.*

Consta de tres grupos de venas:

1. Las venas de Tebesio, principalmente de las cavidades derechas.
2. Las venas intermedias, que reciben la sangre del ventrículo derecho y son anteriores.
3. El seno coronario y sus tributarias, que recogen la sangre del ventrículo izquierdo.

Entre estos grupos de sistemas venosos existen numerosas anastomosis que en casos de obstrucción el flujo corre en forma retrógrada a éste y corrige el defecto.

### ***Estructura de la célula miocárdica.***

En el corazón se encuentran dos tipos de células: los miocitos, cuya función principal es la contracción cardíaca, y las células del sistema de conducción especializado, cuya función es la formación y la conducción del impulso eléctrico.

Las células miocárdicas ventriculares tienen una longitud de 40  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$  y de 10  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas células son cruzadas por haces o bandas llamadas miofibrillas que, a diferencia del músculo esquelético, están separadas de forma incompleta por hendiduras del citoplasma que contienen mitocondrias y túbulos. Las miofibrillas están compuestas por sarcómeros repetidos en forma longitudinal y separados por dos líneas oscuras llamadas líneas Z y las sarcómeras ocupan aproximadamente el 50% del total de las células (Duque R & Vesga A, 2008, p. 13)

Las miofibrillas contienen filamentos tanto gruesos como delgados compuestos por proteínas contráctiles. Los gruesos están compuestos por miosina y se encuentran en el centro, y se adhieren a las líneas Z por filamentos largos de proteínas denominadas tintinas. De los filamentos gruesos salen proyecciones cruzadas llamadas puentes cruzados, que son esenciales en la contracción muscular. Los filamentos delgados contienen actina, troponina y tropomiosina y se encuentran en la línea Z unidas entre sí.

Las fibras musculares cardíacas tienen dos tipos de sistemas de túbulos:

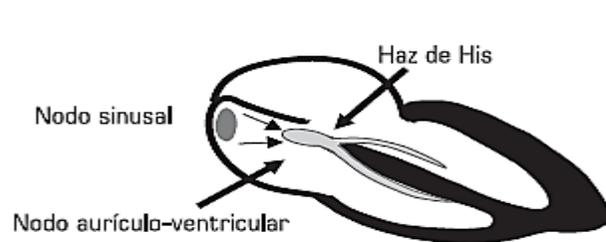
1. Los túbulos T formados por invaginaciones de la superficie de la membrana muscular localizados en la línea Z.

2. El retículo endoplasmático que es un sistema tubular que se encuentra entre las miofibrillas y se comunica con los túbulos T por medio de las cisternas terminales.

### ***Sistema de conducción.***

El sistema de conducción es un sistema especializado cuya función es la generación de impulsos rítmicos que causan la contracción del corazón. Además, es el responsable de conducir estos impulsos por todo el corazón (Figura 5).

Figura 5. Esquema del sistema de conducción cardíaca.



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 14)

### ***Nodo sinusal.***

Llamado también nodo de Keith y Flack, es la estructura donde se origina en forma normal el impulso eléctrico que activa todo el corazón, por lo tanto es el marcapaso principal.

Se localiza en la aurícula derecha alta y posterior cerca de la desembocadura de la vena cava superior, a nivel del subepicardio. Está conformado por una tira pequeña y aplanada elipsoide de 3 mm de ancho y de 12 a 15 mm de largo y 2 a 3 mm de espesor. En el nodo sinusal se encuentran unas células de morfología diferente a las del miocardio auricular, con un citoplasma más claro e histológicamente diferente, llamadas células "P". En estas células es donde se forma el impulso sinusal, puesto que son las que poseen mayor automaticidad debido a que tienen la fase 4 del potencial de acción más pendiente, por lo cual llegan al potencial umbral más rápido. Estas fibras

carecen de filamentos contráctiles casi en su totalidad y son células de 3 a 5 micras, las cuales se conectan con las células del sincitio auricular a través de los discos intercalares y de esta forma propagan el estímulo libremente por las aurículas. Conforman fibras musculares fusiformes de aspecto vacuolar y nudos alargados que toman la forma microscópica de un verdadero plexo contenidas en un tejido fibroso rico en fibras elásticas. En él se encuentran pocas células ganglionares multinucleadas. Su irrigación está dada por la arteria coronaria derecha en el 55% de los casos y por la arteria circunfleja en el 45%.

Existe un contacto directo entre el nodo sinusal y el miocardio auricular a través de las células transicionales, por donde se conduce el impulso hacia la aurícula. El nodo sinusal continúa con la crista terminalis que va por toda la aurícula derecha y termina en el nodo aurículo-ventricular. En todo el trayecto de la crista terminalis pueden encontrarse células “P” automáticas, las cuales pueden ser la causa de taquicardias atriales automáticas. El nodo sinusal presenta las siguientes características en su funcionamiento:

*Automatismo.*

Se refiere a la capacidad de auto-excitación (batmotropismo). Estas células especializadas tienen un potencial de membrana de sólo  $-55$  a  $-66$  milivoltios, con la membrana celular, la cual es naturalmente permeable al sodio.

La diferencia que existe con las fibras miocárdicas es que los canales del sodio están bloqueados por la negatividad de la fibra menor a  $-60$  milivoltios. Sólo se abren los canales lentos de calcio los cuales se activan de forma espontánea por la negatividad del potencial de membrana, debido a que tienen una fase 4 del potencial de acción más rápida. Estos potenciales de acción son más lentos y se recuperan más despacio.

*Auto-excitación.*

El alto contenido de sodio en el líquido extracelular y la baja negatividad de las fibras del nodo sinusal ( $-55$  a  $-60$  mV) son los responsables de la auto-excitabilidad. Los cationes que se filtran al interior de la célula, así como el potencial de reposo, aumentan gradualmente hasta alcanzar un voltaje umbral de  $-40$  milivoltios; así, se activan de manera espontánea los canales lentos de calcio, desencadenando el potencial de acción. La permeabilidad del sodio en las fibras del nodo sinusal es la responsable de la auto-excitación. La fibra miocárdica no está permanentemente despolarizada porque a los 100 a 150 milisegundos después de que se activan los canales de calcio, se cierran de forma espontánea (tiempo-dependencia). La apertura de los canales de potasio hace que la fibra se hiperpolarice.

El nodo sinusal como marcapasos fisiológico, despolariza el corazón entre 70 a 80 veces por minuto; si éste llega a fallar sigue el tejido de la unión comandando el corazón, ya que el mismo se despolariza a una frecuencia entre 40 a 60 veces por minuto, y por último están las fibras de Purkinje que sólo se despolarizan entre 20 a 40 veces por minuto.

*Vías internodales.*

Realmente no existen vías internodales como tejido especializado del corazón, sólo son una organización anatómica y funcional de las células atriales las cuales conducen el impulso con una velocidad de 0,3 m/s, preferencialmente por tres mal llamados tractos internodales, los cuales son:

- Fascículo interauricular anterior (Bachman).
- Fascículo interauricular posterior (Thorel).
- Fascículo interauricular medio (Wenckebach).

Algunas teorías manifiestan la existencia de haces aberrantes de conducción: Kent, James y Mahaim

Dichas vías internodales confluyen en el nodo aurículo-ventricular.

*Nodo aurículo-ventricular.*

También recibe el nombre de nodo de Aschoff-Tawara o nodo de Zahn. Se localiza hacia el lado derecho del septum interauricular bajo, por encima de la valva septal de la tricúspide, muy cerca al ostium del seno coronario. Tiene una longitud de 22 mm, una anchura de 10 mm y un espesor de 3 mm. Dentro de éste se han definido tres zonas bien delimitadas: la zona A o celular externa, la cual hace contacto con las células atriales; la zona B o zona central, donde se encuentran unas células en forma de estrella que tiene prolongaciones en todas las direcciones, muy desorganizadas, por donde se conduce el impulso eléctrico lentamente, y por último la zona C o zona distal del nodo AV, donde se empiezan a organizar las células para posteriormente formar el haz de His.

Su irrigación está dada por la arteria descendente posterior la cual es una rama de la arteria coronaria derecha en el 85% de los casos y de la arteria circunfleja en el 15% de los casos. Además, en la parte más distal del nodo AV también hay irrigación por las ramas perforantes de la arteria descendente anterior.

Esta estructura anatómica fue perfectamente diseñada para retrasar la conducción y proteger el ventrículo de frecuencias cardíacas rápidas. Como función adicional es el encargado de formar el impulso (automatismo) en caso de que falle el nodo sinusal en la formación del impulso.

El nodo AV es el sitio principal del retardo en la conducción aurículo-ventricular y está influenciado en forma significativa por cambios en el tono autonómico. Determina la mayor parte

del intervalo PR del electrocardiograma de superficie y su comportamiento electrofisiológico es de gran importancia en la respuesta ventricular en presencia de arritmias auriculares como en la fibrilación o flutter atrial. La zona A o atrionodal, no está bien determinada pero es de gran importancia ya que puede explicar un patrón de conducción dual de las aurículas al nodo y es de interés para comprender el mecanismo de reentrada nodal.

#### *Haz de His*

Es la continuación del nodo AV que en la parte distal se organiza en fibras paralelas y pasa a través del esqueleto fibroso del corazón y se dirige hacia la porción membranosa del septum interventricular. Tiene una longitud de 3 mm hasta de 2 cm, 2,5 mm de ancho y 1,5 mm de espesor. Es un trayecto muy corto y protegido y antes de llegar al septum muscular se subdivide en ramas y en fascículos. Su irrigación es dual y está dada por la arteria del nodo AV y por las perforantes septales, ramas de la arteria descendente anterior. Las calcificaciones del anillo aórtico pueden producir bloqueo a nivel del haz de His debido a que éste se ubica muy cerca.

La velocidad de conducción por esta estructura es muy rápida por el tipo de organización de las fibras. Luego se divide en la rama izquierda y derecha del haz de His; la rama izquierda a su vez se subdivide en fascículo antero superior y postero inferior. Así, se disemina casi de forma inmediata la totalidad de la superficie endocárdica del músculo ventricular.

#### *Rama izquierda del haz de His.*

Antes de llegar al septum muscular por el lado izquierdo rápidamente se subdivide en tres fascículos: anterior, posterior y septal. La irrigación de la rama izquierda está dada por las perforantes septales, ramas de la arteria descendente anterior.

- Fascículo antero superior:

Se dirige hacia el tracto de salida del ventrículo izquierdo y va hacia la base del músculo papilar antero lateral donde origina la red de Purkinje de la región antero lateral y superior del ventrículo izquierdo. Su irrigación se origina de la arteria descendente anterior.

- Fascículo postero inferior:

Como su nombre lo indica, va hacia la pared postero inferior del ventrículo izquierdo hasta llegar al músculo papilar postero medial, donde da origen a la red de Purkinje postero inferior. Posee doble irrigación a través de la arteria coronaria derecha y de la arteria descendente anterior.

- Fascículo septal o fascículos septales

Antes de subdividirse de la rama izquierda se originan gran número de fibras medio-septales que cabalgan el septum muscular y son las que producen el primer vector septal de despolarización. Está irrigado por las ramas perforantes septales de la arteria descendente anterior.

*Rama derecha del haz de His.*

Corre por el lado derecho del septum interventricular hasta llegar al músculo papilar anterior de la tricúspide, y luego continúa por la banda moderadora hasta llegar a la pared libre del ventrículo derecho donde se subdivide y origina la red de Purkinje del ventrículo derecho.

Es una rama más larga y delgada que la rama izquierda, que tiende a conducir un poco más lento y posee un período refractario más largo, lo cual constituye la base para la explicación del fenómeno de aberrancia. Su irrigación está dada por la arteria descendente anterior y algunas ramas ventriculares derechas.

### *Sistema de Purkinje.*

Son fibras muy grandes que tienen una velocidad de conducción de 1,5 a 4 m/s seis veces mayor que en las células musculares y esto se debe a la gran permeabilidad a los iones, en especial al sodio, y al mayor número de discos intercalares o uniones gap.

La velocidad de transmisión del músculo ventricular es de 0,3 a 0,5 m/s. El músculo cardíaco envuelve el corazón en una doble espiral. Su importancia radica en que transmiten el impulso en muy poco tiempo por todas las partes del ventrículo, lo que hace que se contraigan ambos ventrículos casi al mismo tiempo, dando una gran eficacia al bombeo cardíaco.

### *Sistema nervioso autónomo en la estimulación cardíaca.*

#### *Acción parasimpática.*

La inervación vagal sobre el corazón es rica en el nodo sinusal, las aurículas y el nodo aurículo-ventricular, pero escasa en los ventrículos, sobre todo en su lado subepicárdico. Los efectos de la acetilcolina sobre el corazón son mediados a través de receptores de tipo muscarínico, mediados a su vez por nucleótidos de guanina y por la proteína G. El estímulo vagal disminuye la frecuencia de despolarización del nodo sinusal, prolonga el tiempo de conducción a través del nodo AV y aumenta el período refractario en los nodos. Durante el estímulo vagal aumenta la conductancia del potasio a nivel auricular por lo cual acorta la duración del potencial de acción y los períodos refractarios. La inervación del corazón está dada por el vago; éste predomina más que el simpático y por esto la frecuencia cardíaca tiende a ser de 70 a 80 lpm. Si se denerva el corazón mediante fármacos o posterior a un trasplante cardíaco, se observa que la frecuencia cardíaca normal es de 100 a 110 lpm.

El estímulo parasimpático puede causar bradicardia y hacer que se detenga el corazón por unos pocos segundos; puede disminuir el gasto cardíaco hasta en un 20% a 30% y su neurotransmisor es la acetilcolina, la cual disminuye marcadamente la fase 4 del potencial de acción. La disminución de la frecuencia cardíaca y de la fuerza de contracción, puede hacer que la función de bomba del corazón disminuya su rendimiento hasta en 50%.

*Acción simpática.*

Está presente en todo el corazón. Existe cierta lateralización con los nervios simpáticos derechos inervando al nodo sinusal y la pared anterior de los ventrículos. El nervio simpático izquierdo inerva el nodo AV y la pared posterior del ventrículo izquierdo. A grandes rasgos, la estimulación beta-adrenérgica aumenta la frecuencia cardíaca, la velocidad de conducción, el inotropismo y el lusitropismo. Estos efectos son mediados por el AMP cíclico. Un concepto importante para resaltar es que ni el simpático ni el parasimpático afectan la conducción por el haz de His ni por sus ramas.

La estimulación simpática hace que se aumente la frecuencia cardíaca hasta 180 a 200 latidos/minuto, por aumento en la fase 4 del potencial de acción. Además, aumenta la fuerza de contracción, y así el volumen de sangre bombeado y la presión de expulsión. La estimulación simpática puede incrementar el gasto cardíaco hasta dos a tres veces el basal; si se inhibe la estimulación simpática baja la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco hasta en 30%. La descarga simpática depende de la noradrenalina para incrementar la permeabilidad del sodio y del calcio.

**Electrofisiología cardiaca.**

Antes de abordar el tema de electrofisiología cardiaca hay que tener en cuenta unos conceptos puntuales, según lo expresado por (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008, p. 19-28):

- Excitabilidad: capacidad de una célula para responder a un estímulo.
- Automaticidad: capacidad intrínseca de una célula para iniciar un impulso eléctrico; está dada por la fase 4 del potencial de acción.
- Conductibilidad: es la capacidad de conducir un impulso eléctrico. En primera instancia, la velocidad depende del grado de organización de las fibras y del número de áreas de contacto entre las células. En segundo lugar, depende de la fase cero de despolarización de la célula. La parte que conduce más rápido es el haz de His y la que lo hace más lento es el nodo AV; esto se debe a la disposición de sus células y a que allí no hay canales rápidos del sodio, por lo tanto la fase cero en esta estructura está dada por los canales lentos del calcio. Además, el nodo AV tiene una característica llamada conducción decremental, lo que significa que mientras más rápida sea la despolarización auricular, el tiempo de conducción por el nodo AV se incrementará y hará que muchos de los impulsos se bloqueen allí. Este mecanismo se encarga de proteger a los ventrículos de frecuencias auriculares rápidas y su mejor ejemplo es la fibrilación auricular, en la que las aurículas se despolarizan a frecuencias mayores de 350 latidos por minuto (lpm) y el nodo AV bloquea la mayoría y sólo conduce entre 100 y 150 lpm.
- Refractoriedad: período en el que la célula no responde a estímulos. Puede ser absoluto, cuando ningún impulso es capaz de despolarizar la célula, o relativo, cuando un estímulo supraumbral es capaz de despolarizar la célula.

***Potencial de membrana.***

Para que se produzca la contracción del miocito cardíaco debe haber un estímulo eléctrico previo que despolarice estas células y de esta forma puedan hacer la sístole mecánica. Todo esto está precedido por una serie de cambios eléctricos en las células especializadas del corazón, lo cual se detallará a continuación.

Durante el estado de reposo, en el interior de las células eléctricas se registra un potencial negativo entre -60 a -90 milivoltios, al cual se le denomina “potencial trans-membrana o potencial de reposo”. Esta diferencia de potencial trans-membrana se mide con un galvanómetro. La electronegatividad interna está dada por la presencia de proteínas intracelulares que tienen una carga eléctrica con predominancia negativa. La célula tiene dos tipos de mecanismos para mantenerse en equilibrio; uno de ellos está dado por la diferencia de concentración iónica y el otro por la diferencia de concentración eléctrica de los iones a través de la membrana celular, los cuales tienden a un equilibrio osmótico y eléctrico, pasando a través de la membrana celular iones del lado de mayor concentración al de menor concentración. Un ejemplo de esto lo constituye el potasio, el cual se encuentra en mayor concentración en el interior de la célula con respecto al exterior y por lo tanto, tiende a pasar del interior al exterior. Todo esto se realiza a través de la membrana celular que tiene unos poros (proteínas) selectivos para cada ión; por ende, este mecanismo está dado por diferencia de concentración. Hay otro mecanismo dado por la diferencia de cargas eléctricas, la cual tiende a igualarse a través de la membrana celular. Se sabe que la célula es eléctricamente negativa en su interior y por eso los iones de cargas positivas tienden a entrar a la célula para tratar de mantener un equilibrio de membrana

Los canales están constituidos por unas proteínas que atraviesan la membrana celular. Estas proteínas son selectivas para cada tipo de ión y es a través de ellas que los iones pasan desde el exterior hacia el interior de las células y viceversa. Estas proteínas son voltaje-dependientes, lo que quiere decir que a un voltaje específico se abren o se cierran, y tiempo-dependientes, lo que quiere decir que están abiertas sólo durante un tiempo determinado. Hay canales rápidos, que se abren y se cierran rápidamente y otros canales lentos, que se abren y se cierran lentamente. Hay canales bien definidos para el sodio (Na), los cuales son el prototipo de los canales rápidos, para el potasio (K), para el calcio (Ca), que son el prototipo de los canales lentos, y para el cloro (Cl). Algunos de estos iones atraviesan la membrana a través de bombas especiales que dependen de la energía (ATP) para operar en contra de los gradientes de concentración o eléctricos, como por ejemplo: la bomba Na-K-ATPasa que saca sodio y entra potasio en contra de un gradiente electroquímico.

El canal del sodio tiene dos compuertas, una externa llamada M y una interna llamada H. La compuerta M es voltaje-dependiente y la H es tiempo-dependiente; cuando la célula está en reposo la compuerta M está cerrada y la H abierta, y se dice que el canal está en reposo, cuando se activa y se abre la compuerta “m” y esto permite que entre sodio a la célula. Aquí el canal está activo, luego por tiempo-dependencia se cierra la compuerta “h” y deja de entrar sodio a la célula, y ahí el canal está inactivo. Los canales del calcio o canales lentos también tienen dos compuertas una externa o “d” y una interna o “f”; su voltaje de activación es de -30 a -50 mV y funcionan de manera semejante a los canales del sodio.

***Potencial de acción.***

A los cambios eléctricos que preceden a la sístole mecánica, se les conoce con el nombre de potencial de acción. En condiciones normales, se inicia con la activación espontánea en el nodo sinusal y se desplaza hacia las aurículas para dar la onda “P” en el electrocardiograma. Luego llega al nodo AV para seguir hacia los ventrículos por el haz de His y despolarizarlos para producir el complejo QRS en el electrocardiograma.

En el corazón existen dos tipos de potencial de acción; uno de respuesta rápida debido a la activación de los canales rápidos del sodio y otro de respuesta lenta dado por la activación de los canales lentos del calcio. Los canales rápidos se encuentran en el miocardio atrial y ventricular y en el tejido de Purkinje. Los canales lentos se hallan en las células que tienen automaticidad propia como son las células del nodo sinusal y del tejido de unión (nodo AV).

El potencial de acción de las células atriales y ventriculares tiene cinco fases y es un potencial de acción de respuesta rápida, pero tiene algunas diferencias, entre ellas que todos son dependientes de los canales del sodio. Los nodos sinusal y AV tienen un potencial de acción muy diferente de respuesta lenta. Éste sólo consta de tres fases puesto que dependen de los canales lentos del calcio; estas son las estructuras que poseen automaticidad normal.

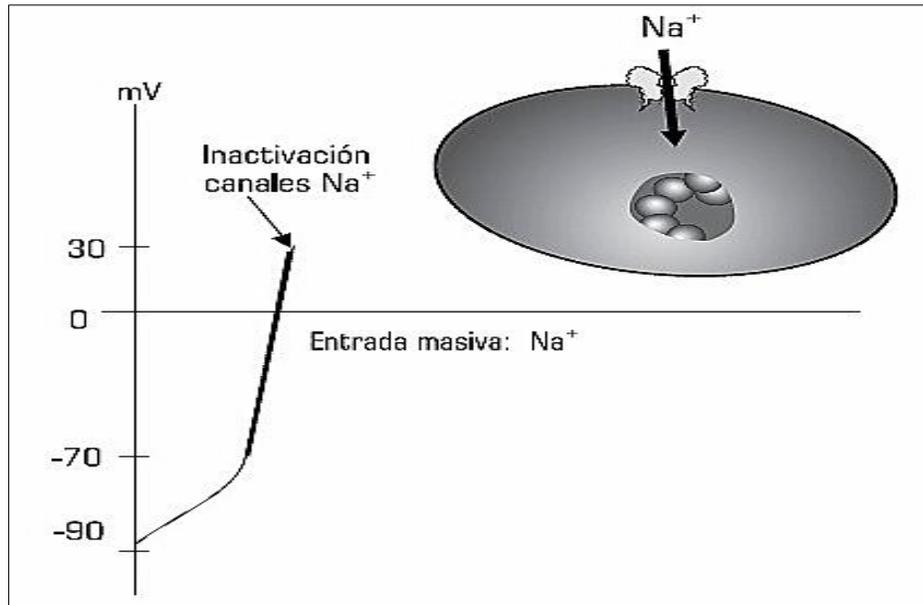
***Potencial de acción de respuesta rápida.***

En las células que poseen este tipo de potencial de acción se identifican cinco fases:

***Fase cero 0 de despolarización.***

El ascenso es rápido debido al ingreso masivo de Na<sup>+</sup> (sodio) por la activación de los canales rápidos; éstos son voltaje-dependientes y se abren súbitamente (Figura 6).

Figura 6. Fase de despolarización (fase cero): entrada masiva de sodio.



Tomada de (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008 p. 21)

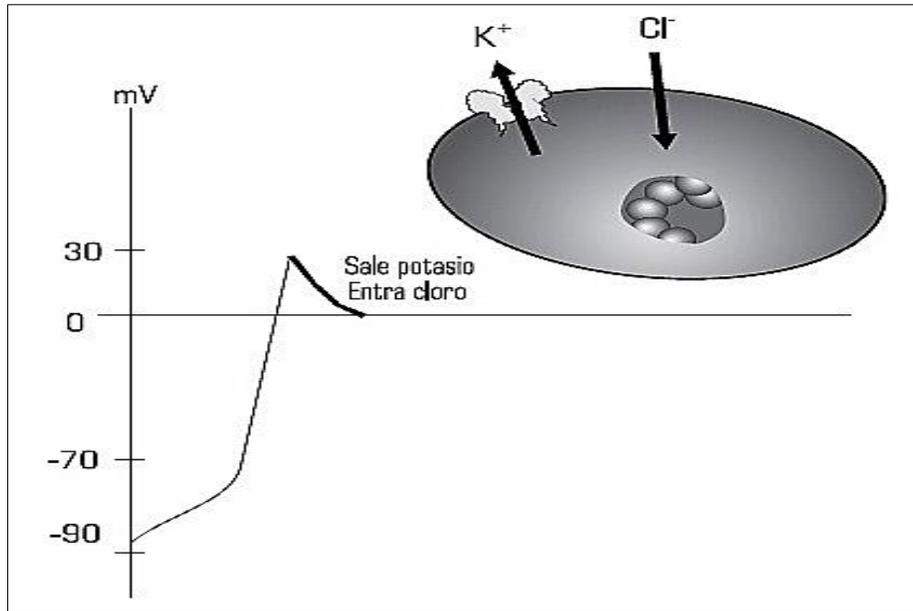
Como el sodio está más concentrado en el exterior, pasa gran cantidad de este ión al interior de la célula y ésta se hace positiva: de -90 mV que tenía en el potencial de reposo, pasa a +20 Mv.

Estos canales son tiempo-dependientes y únicamente se abren durante 1 mseg, y por ello la fase cero del potencial de acción es tan corta. Esta fase es fundamental porque es la verdadera despolarización celular y es la que da la velocidad de conducción, que es donde actúan los antiarrítmicos de la clase uno, inhibiendo los canales de sodio; por lo tanto, éstos disminuyen la velocidad de conducción.

#### *Fase uno o de repolarización rápida temprana.*

Esta fase se debe a la inactivación de la corriente de sodio por tiempo-dependencia y a la activación de corrientes transitorias de potasio hacia afuera y de cloro hacia adentro, lo que hace que el potencial de acción tienda a volverse negativo (Figura 7).

Figura 7. Fase de repolarización rápida precoz (fase uno): inactivación de los canales de sodio, salida de potasio y entrada de cloro.

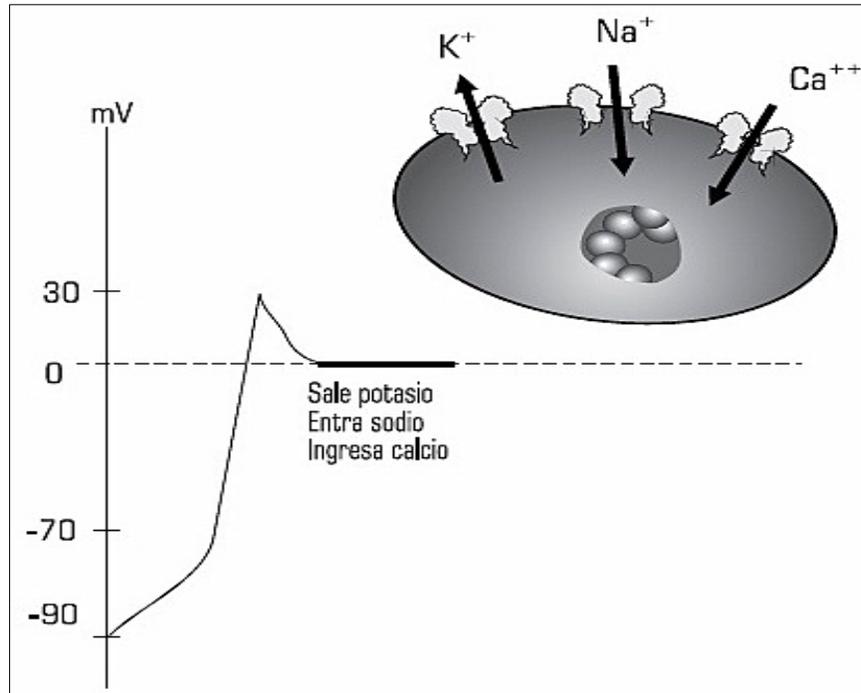


Tomada de (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008 p. 21)

*Fase dos de "plateau" o meseta.*

Durante esta fase ingresa calcio al interior de la célula. Los canales de calcio se activan por voltaje-dependencia cuando el potencial de acción está en -40 mv (en la fase cero), pero como éstos son lentos se tardan mucho para abrir y comienza a ingresar calcio en la fase dos del potencial de acción. Esta fase se mantiene en equilibrio porque al mismo tiempo están activos los canales de potasio  $IK_1$ , los cuales sacan potasio del interior de la célula. Por eso se mantiene isoelectrico el potencial de trans-membrana, cercano a 0 mV y por un tiempo aproximado de 100 mseg. Luego comienzan a cerrarse los canales de calcio y se abren nuevos canales de potasio (Figura 8).

Figura 8. Fase de meseta (fase dos): equilibrio entre el ingreso de sodio y la salida de potasio; entra el calcio para permitir la parte contráctil.



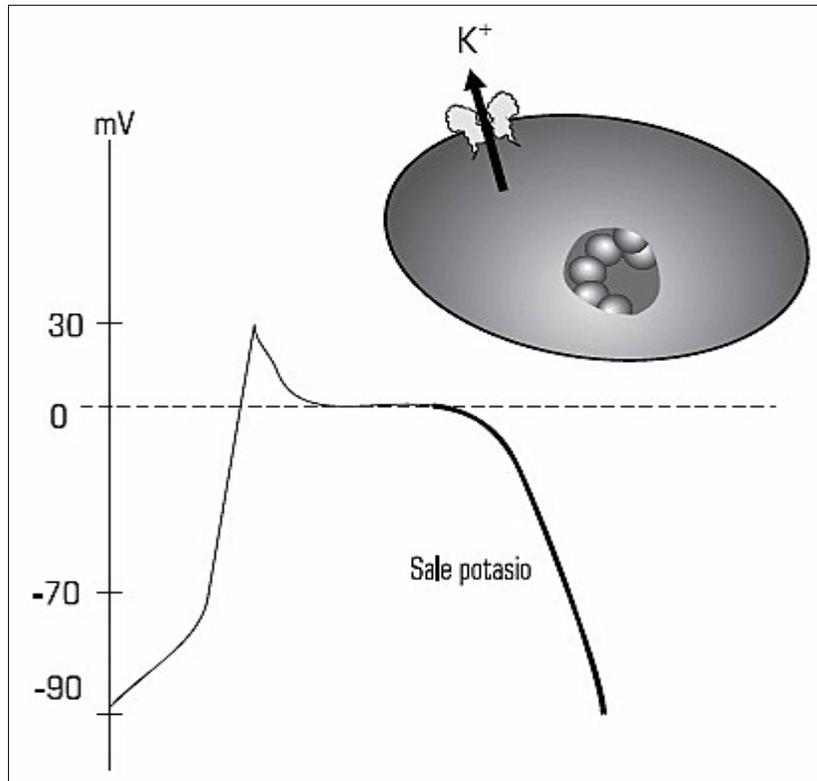
Tomada de (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008 p. 21)

*Fase tres o de repolarización rápida tardía.*

Se debe a la inactivación de los canales del calcio que son tiempo-dependientes y quedan activos los canales de potasio, los cuales son regenerativos; además, se activan los canales de potasio  $IK_2$ , que sacan potasio de la célula, lo que hace que la célula se torne negativa y llegue hasta -90 mV que es el potencial de reposo de las células atriales y ventriculares.

En esta fase actúan los antiarrítmicos del tipo tres como la amiodarona y el sotalol, bloqueando los canales del potasio y prolongando la fase dos del potencial de acción (Figura 9).

Figura 9. Repolarización rápida final (fase tres): salida masiva de potasio.

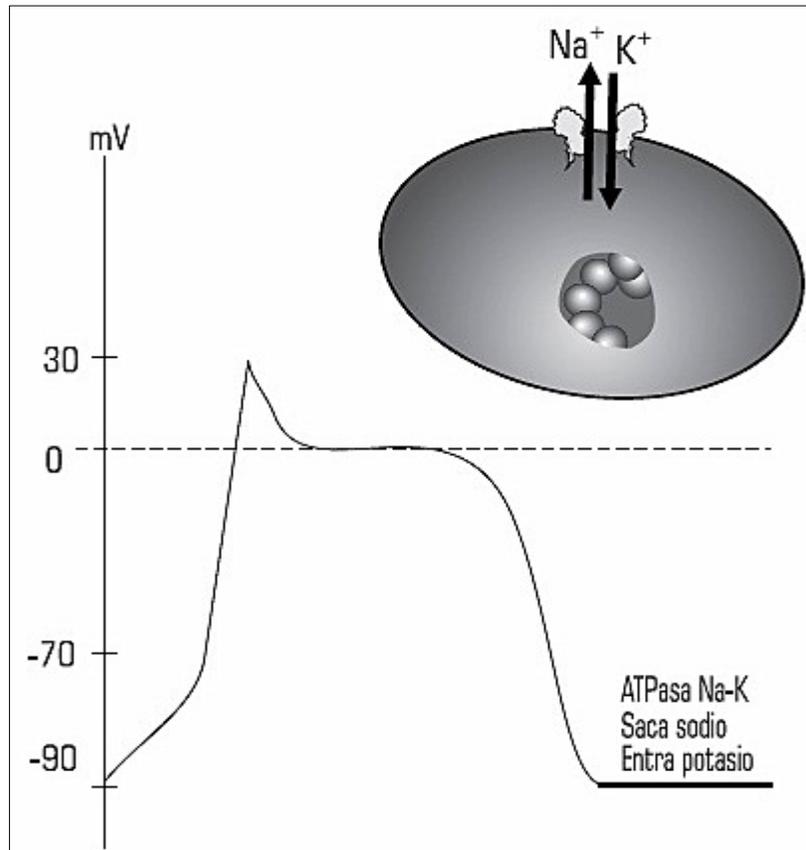


Tomada de (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008 p. 21)

*Fase cuatro o de reposo eléctrico.*

Esta fase es inactiva en las células que no tienen automatismo. En las células automáticas como el nodo sinusal y el tejido de unión, se inactivan los canales de potasio  $IK_2$  y deja de salir potasio intracelular. Al mismo tiempo se activa la corriente de marcapaso dada por la entrada de calcio y sodio (cargas positivas), por la activación de la bomba  $Na-K-ATPasa$ , la cual es un mecanismo activo en contra del gradiente y necesita gasto energético (ATP); intercambia tres  $Na^+$  por dos  $K^+$ . (Figura 10).

Figura 10. Fase de potencial de reposo (fase cuatro): restitución electrolítica a través de la bomba sodio potasio ATPasa.



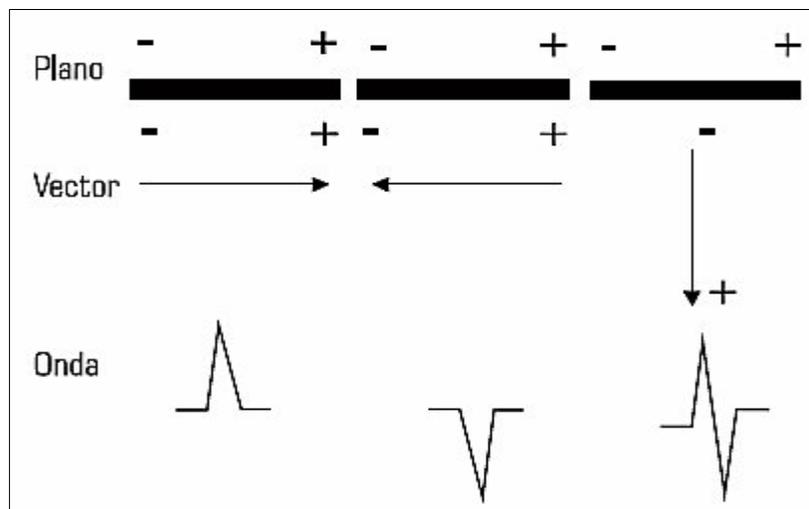
Tomada de (Cuéllar C, Murillo S, Poveda H, & Duque R, 2008 p. 21)

*Leyes para la despolarización.*

- El vector de despolarización se representa con una flecha, cuya cabeza es positiva y su cola negativa.
- La despolarización se da de endocardio a epicardio.
- La despolarización genera ondas agudas, de corta duración, las cuales son redondeadas a nivel auricular y picudas a nivel ventricular, dependiendo de la velocidad de conducción de cada estructura.

- Cuando se explora desde un plano, como el que se forma por las derivaciones bipolares (DI - DII- DIII), los vectores que lleven el mismo sentido y orientación que el plano que explora, registrarán ondas positivas. Igualmente, los vectores que lleven el sentido opuesto, registrarán ondas negativas. Consecuentemente, un vector perpendicular al plano que explora registrará una onda bifásica, positiva y negativa (Figura 11).

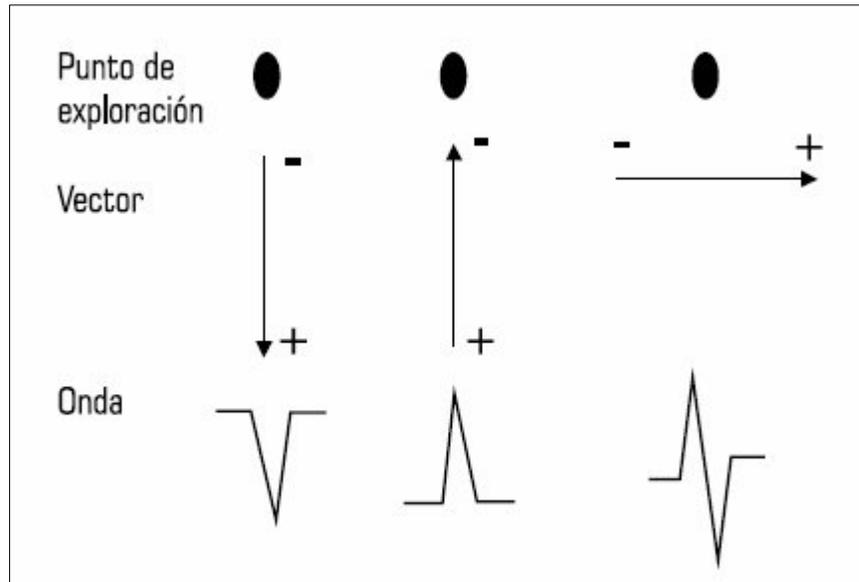
Figura 11. Formación de las ondas en las derivaciones bipolares.



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.25)

- Cuando se explora desde un punto, como es el caso de las derivaciones unipolares de los miembros (aVR, aVL, aVF) o las precordiales, entonces, los vectores que se acerquen al sitio de exploración registrarán ondas positivas y las que se alejen lo harán en forma negativa; cuando se cumplen ambos requisitos la onda será bifásica (Figura 12).

Figura 12. Formación de las ondas en las derivaciones unipolares.



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.26)

#### *Leyes para la repolarización.*

- El vector de repolarización se inscribe como una flecha de cabeza negativa y cola positiva.
- La repolarización a nivel ventricular se hace de epicardio a endocardio.
- El fenómeno de repolarización dibuja ondas suaves, de mayor prolongación como es el caso de la onda T.
- Cuando a cualquier electrodo se le acerque el vector de repolarización, el registro inscribirá una onda negativa.
- Cuando a cualquier electrodo se le aleje el vector de repolarización, la inscripción mostrará una onda positiva.

### Proceso de la activación eléctrica del corazón.

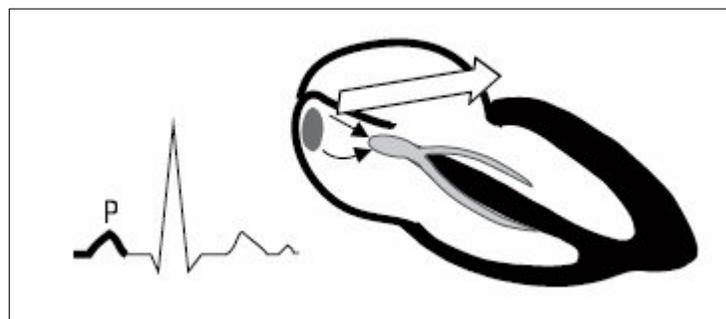
#### *Despolarización auricular.*

El impulso eléctrico se origina en el nodo sinoauricular y viaja de manera simultánea por los tractos internodales, despolarizando a su paso las aurículas. Esta activación puede descomponerse en tres eventos:

- La primera es la despolarización auricular derecha, la cual genera un vector hacia abajo, adelante y, en forma discreta, a la derecha.
- La segunda es la despolarización de la cara anterior de ambas aurículas, que produce un vector con un sentido hacia adelante, abajo y a la izquierda.
- La tercera corresponde a la aurícula izquierda, cuyo vector se dirige hacia la izquierda, hacia atrás y hacia abajo.

El vector que resulta de estos tres eventos tendrá las siguientes características: de arriba hacia abajo, de derecha a izquierda y de atrás hacia adelante. La manifestación eléctrica de este vector es onda P (Figura 13).

Figura 13. Despolarización auricular. Vector de despolarización auricular representado por la onda P.

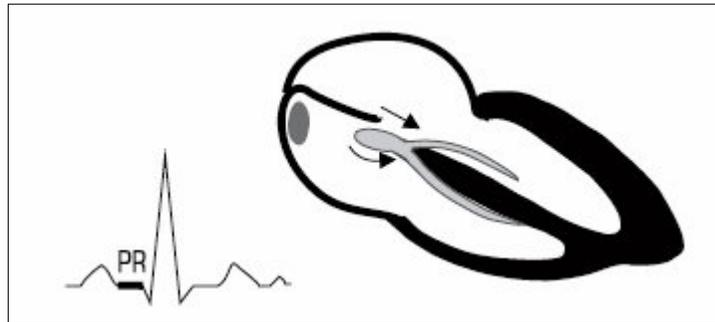


Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.26)

### ***Despolarización del nodo aurículo-ventricular.***

Después de la despolarización auricular, el impulso eléctrico llega al nodo aurículo-ventricular, en donde la señal eléctrica presentará un retardo fisiológico, debido a que este nodo muestra una organización laberíntica de sus fibras, las cuales, adicionalmente, tienen un período de repolarización más prolongado. Este retardo en el trazado electrocardiográfico se manifiesta como una línea isoeletrica llamada segmento PR (Figura 14).

Figura 14. Despolarización del nodo aurículo-ventricular representado por el segmento PR.



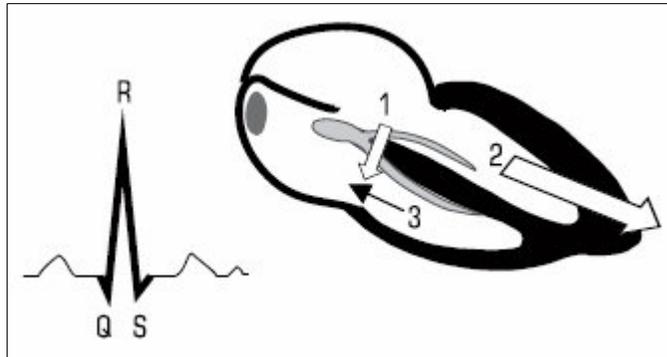
Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.26)

### ***Despolarización ventricular.***

Al salir del nodo aurículo-ventricular, el impulso se dirige por el tronco común del haz de His, hacia la bifurcación donde se forman la rama derecha y la izquierda, que en su respectivo ventrículo, de manera casi simultánea, alcanzan las fibras de la red de Purkinje, y así se produce la despolarización de la masa muscular ventricular.

La despolarización de la gran masa ventricular, genera tres grandes vectores, los cuales se representan en el trazado electrocardiográfico por el complejo QRS (Figura 15).

Figura 15. Despolarización ventricular: vector 1: despolarización septal, vector 2: despolarización de la masa ventricular, vector 3: despolarización posterior basal



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.27)

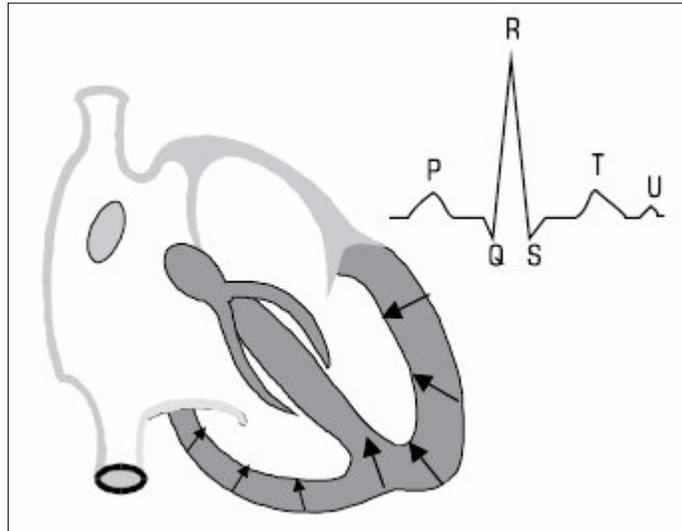
Luego de lo anterior, se inscribe un nuevo segmento conocido como el segmento ST, el cual representa el momento de total despolarización ventricular.

### ***Repolarización.***

La repolarización es un fenómeno que se presenta en todas las células previamente estimuladas, y como todo fenómeno eléctrico también será registrado en el electrocardiograma. La repolarización de las aurículas es un fenómeno que estará enmascarado en el trazado debido a su pequeña magnitud y a que su ocurrencia es simultánea a la despolarización ventricular (Complejo QRS).

Este proceso a nivel ventricular tiene como característica que el músculo subepicárdico se repolariza primero que el subendocárdico, lo cual hace que la repolarización se haga de epicardio a endocardio. Este fenómeno eléctrico tendrá su representación en un vector de cabeza negativa y cola positiva, cuyo sentido es de izquierda a derecha, de abajo a arriba y de adelante a atrás, y se representa como la onda T (Figura 16).

Figura 16. Repolarización ventricular. Vector de repolarización ventricular representado por la onda T.



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.27)

En ocasiones, se observa una onda de menor tamaño que sigue a la onda T y que presenta la misma tendencia eléctrica. Ésta se conoce como onda U, es visible, principalmente en las derivaciones electrocardiográficas V3 y V4 y se cree que corresponde a la repolarización tardía del sistema de Purkinje

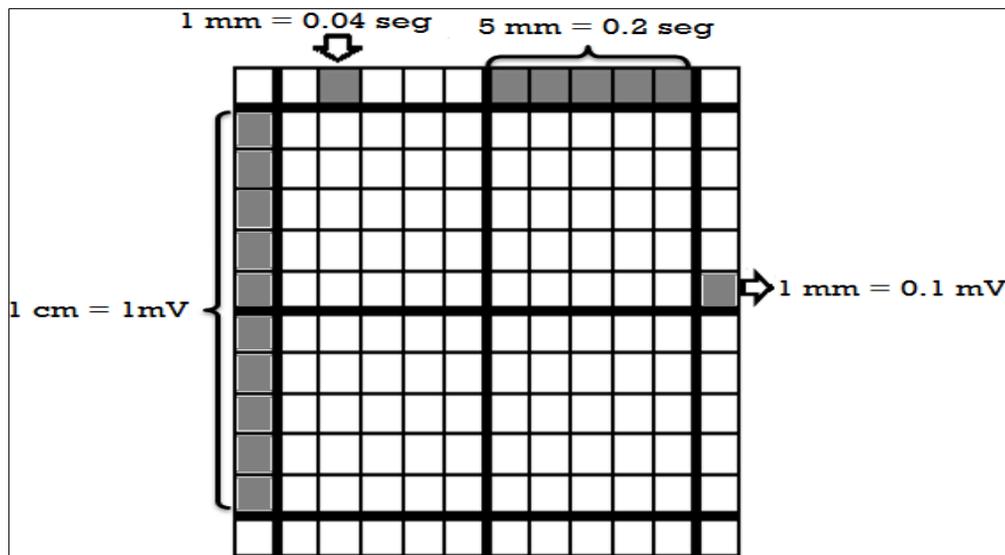
### Interpretacion del electrocardiografica normal en el adulto.

El electrocardiograma es la representación gráfica en un papel milimetrado de la actividad eléctrica del corazón; tiene la ventaja de ser económico, no invasivo y sus resultados son inmediatos. Para abreviarlo y diferenciarlo de otros exámenes se representa con las letras EKG.

#### *El papel.*

El papel electrocardiográfico tiene características especiales, como la sensibilidad al calor, de esta manera una aguja caliente del electro cardiógrafo traza en él la actividad eléctrica cardiaca. La superficie del papel es milimetrada resaltando cada cinco cuadritos una línea más gruesa (figura 17).

Figura 17. Papel electrocardiográfico



Las medidas del papel son estandarizadas y se basan en dos variables: la velocidad y el voltaje. Como se puede apreciar en la (Figura 17) la velocidad se mide en el eje horizontal de manera estándar a 25 mm/s. correspondiendo de esta manera 1mm a 0.04 seg es decir un cuadrito de los pequeños y 5mm a 0.2 seg o un cuadro de los grandes. El voltaje se mide en el eje vertical

y la medida estándar del aparato se deja a un milivoltio (1mV) es decir el rango de movimiento que la aguja registrará será de 10 mm; entonces 1mm es igual a 0.1mV y que 10 mm o sea 1cm es igual a 1mV

### *Ubicación de los electrodos.*

Las superficies cutáneas donde se ubicarán los electrodos deben asearse con sustancias tales como alcohol, de modo que eliminen la grasa de la piel, que puede actuar como aislante eléctrico.

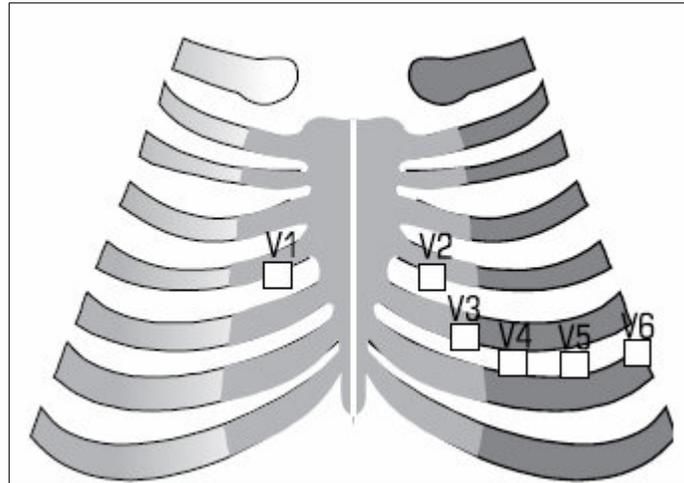
En la actualidad, la mayoría de los equipos poseen electrodos con nomenclatura de colores, similar a la de los semáforos, para facilitar su ubicación en los miembros, o en su defecto están dotados de abreviaturas en Inglés que indican su respectiva ubicación (Tabla 2). Los electrodos de los miembros deben ubicarse de manera simétrica en las cuatro extremidades.

Tabla 2. . Ubicación de los electrodos de los miembros

Posicion	Electrodos	
	Color	Sigla
<b>Miembro superior derecho</b>	Rojo	RA (right arm)
<b>Miembro superior izquierdo</b>	Amarillo	LA (left arm)
<b>Miembro inferior derecho</b>	Negro	RL (right leg)
<b>Miembro inferior izquierdo</b>	Verde	LL (left leg)

Los que se localizan en el precordio (Figura 18) se ubicarán progresivamente desde la parte medial hasta la zona lateral izquierda del tórax (tabla 3).

Figura 18. Tórax en el que se indica la ubicación de los electrodos precordiales



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.33)

Tabla 3. Ubicación de los electrodos en la zona precordial.

Electrodo	Ubicación
<b>V1</b>	Cuarto espacio intercostal con línea paraesternal derecha
<b>V2</b>	Cuarto espacio intercostal con línea paraesternal izquierda
<b>V3</b>	Punto medio entre V2 y V4
<b>V4</b>	Quinto espacio intercostal con línea medioclavicular izquierda
<b>V5</b>	Línea horizontal a nivel de V4 con línea axilar anterior izquierda
<b>V6</b>	Línea horizontal a nivel de V4 con línea axilar media izquierda

### ***Derivaciones Electrocardiográficas.***

Las derivaciones electrocardiográficas son los diferentes registros de la actividad eléctrica del corazón, lo cual se obtiene mediante una serie de electrodos que se ubican según normas preestablecidas. Esta actividad se capta mediante un galvanómetro, se procesa a través de un amplificador y se envía a un sistema de registro.

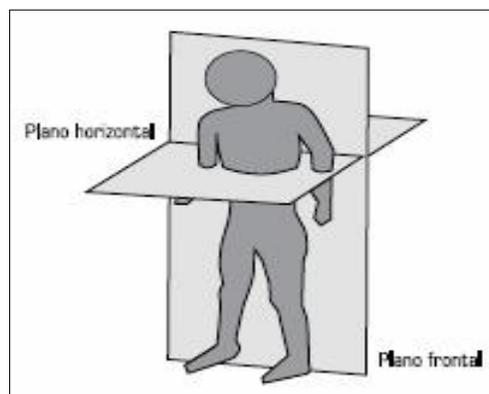
Las derivaciones pueden ser unipolares o bipolares: las unipolares registran la diferencia de potencial entre un punto del cuerpo y otro punto llamado centro eléctrico; las bipolares registran el potencial que se obtiene entre dos puntos del cuerpo.

Las derivaciones según el plano anatómico que registren se dividirán en las del plano frontal y en las del plano horizontal.

#### *Derivaciones del plano frontal.*

El plano frontal es aquel que muestra en el individuo un corte de arriba hacia abajo (Figura 19). En este plano se ubican las derivaciones bipolares estándar de Einthoven (DI, DII, DIII), así como las unipolares amplificadas de los miembros desarrolladas por Wilson y Goldberger (aVR, aVL, aVF).

Figura 19. Planos corporales



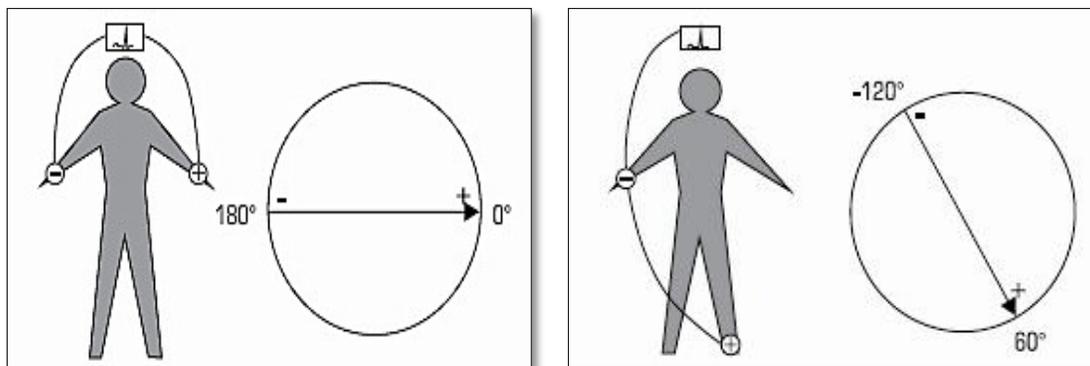
Tomado de Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.33)

Este plano se esquematiza en una circunferencia, donde las derivaciones tienen un diferente ángulo de representación. Como elemento adicional los grados de circunferencia tienen una diferencia con la nomenclatura geométrica convencional, porque los dos cuadrantes inferiores se representan en forma positiva, mientras que los dos superiores de manera negativa.

*Derivaciones bipolares.*

La derivación DI se obtiene al tomar el registro entre los electrodos ubicados en el miembro superior derecho y en el miembro superior izquierdo. El dipolo tiene como electrodo negativo el derecho y como positivo el izquierdo, y su eje de circunferencia está entre “0° a 180°” (Figura 20).

Figura 20. De izquierda a derecha. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales: DI y DII

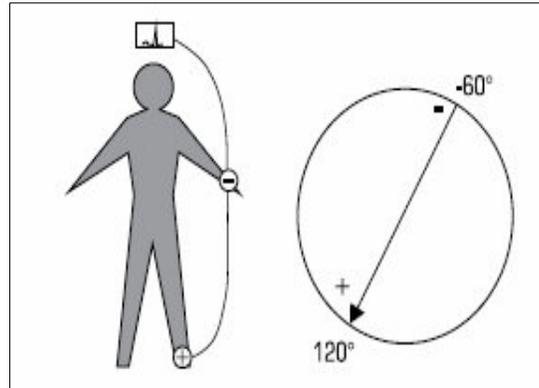


Tomado de Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.34)

La derivación DII es el registro que se obtiene entre el electrodo negativo ubicado en el miembro superior derecho y el electrodo positivo ubicado en el miembro inferior izquierdo. Su eje está entre “60° a -120°” (Figura 20).

La derivación DIII mide la corriente entre el electrodo negativo en el miembro superior izquierdo y el electrodo positivo en el miembro inferior izquierdo. El eje se encuentra entre “120° y -60°” (Figura 21).

Figura 21. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales: DII



Tomado de Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.34)

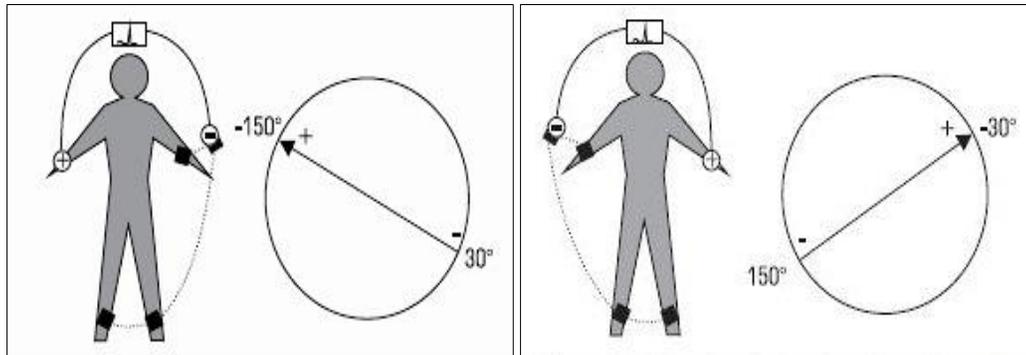
#### *Derivaciones unipolares.*

Estas derivaciones miden la fuerza eléctrica absoluta de un electrodo positivo único en el cuerpo. El electrodo positivo es el explorador y el negativo está conformado por la unión de los otros dos electrodos exploradores en la central eléctrica de Wilson.

En la derivación aVR, el electrodo del miembro superior derecho es el positivo, mientras que el polo negativo será la unión del miembro superior izquierdo con los miembros inferiores. El eje está entre “30° y -150°” (Figura 22).

La derivación aVL tiene como electrodo positivo el que se ubica en el miembro superior izquierdo, mientras que el polo negativo será la unión del miembro superior derecho con los miembros inferiores. El eje está entre “-30° y 150°” (Figura 22).

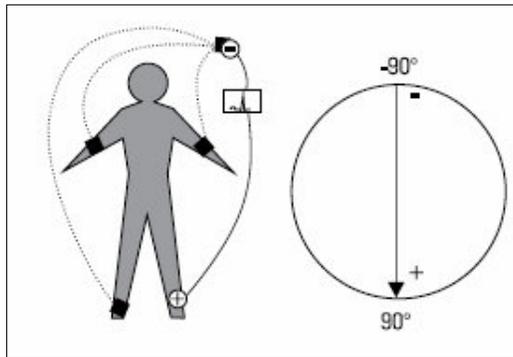
Figura 22. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales. De izquierda a derecha: aVR y aVL



Tomado de Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.34)

En la derivación aVF el electrodo positivo se encuentra en el miembro inferior izquierdo, mientras que el polo negativo será la unión de los miembros superiores y el miembro inferior derecho. El eje está entre “-90°y 90°” (Figura 23).

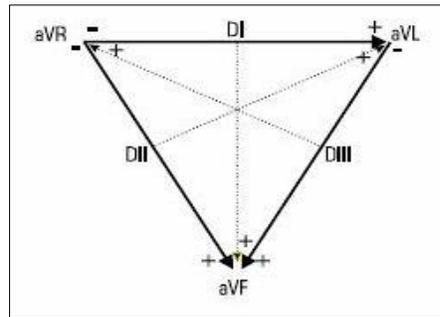
Figura 23. Ubicación de los electrodos y eje de las derivaciones frontales



Tomado de Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008 p.35)

Si se toman todas estas derivaciones del plano frontal es posible representarlas en el triángulo equilátero llamado el triángulo de Einthoven (figura 24)

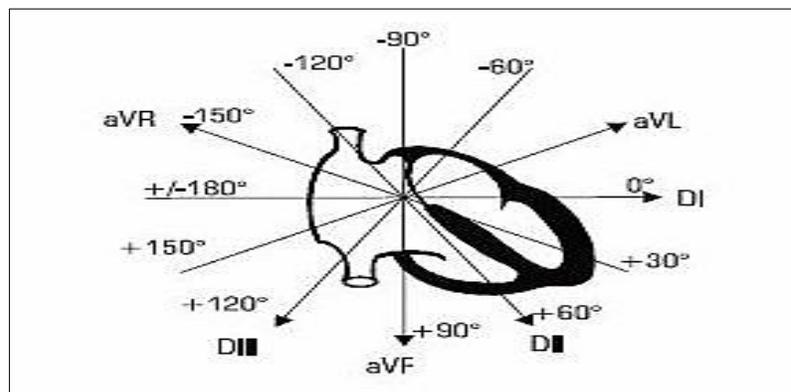
Figura 24. Triangulo de Einthoven



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 35)

Cuando se unen todas las derivaciones del plano frontal y se transportan a un plano cartesiano, se forma el sistema *hexoaxial* (figura 25), colocando el corazón en el centro se puede correlacionar la ubicación de las derivaciones con la parte del corazón observada. Además permite corresponder el eje eléctrico del corazón.

Figura 25. Sistema hexoaxial



Observe en el sistema hexoaxial la existencia de perpendicularidad entre DI y aVF, DII y aVL,

DIII y aVR. Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 35)

A continuación en la (Tabla 4), se muestra las regiones anatómicas del corazón exploradas por las derivaciones del plano frontal.

Tabla 4. . Regiones exploradas por las derivaciones del plano frontal

Derivación	Eje	Sitio de exploración	Porción
<b>DI</b>	0° a 180°	Ventrículo izquierdo	Media
<b>DII</b>	60° a -120°	Pared diafragmatica	Izquierda
<b>DIII</b>	120° a -60°	Pared diafragmatica	Central
<b>aVR</b>	30° a -150°	Corazón derecho	Cavidades
<b>aVL</b>	-30° a 150°	Ventrículo izquierdo	Alta
<b>aVF</b>	-90 a 90°	Pared diafragmatica	central

Tomada de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 35)

#### *Derivaciones del plano horizontal.*

Las derivaciones precordiales unipolares o del plano horizontal son seis y exploran las zonas cardíacas correspondientes a la cara anterior, el septum interventricular y la parte baja de la pared libre el ventrículo izquierdo (Tabla 5)

Tabla 5. Derivaciones precordiales, ubicación y zona que exploran

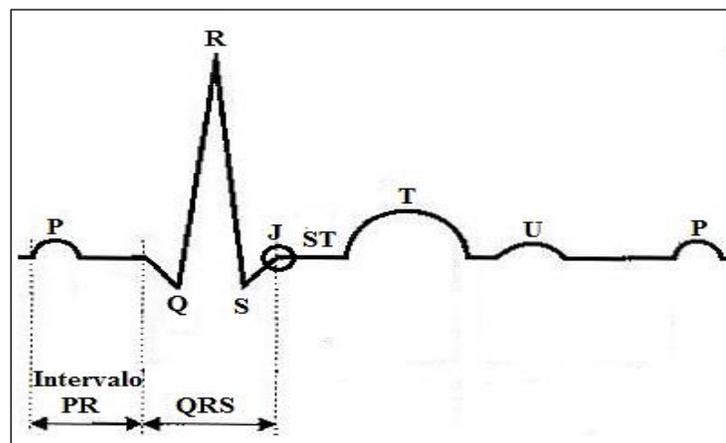
Derivación	Ubicación	Sitios de exploración
<b>V1</b>	Cuarto espacio intercostal con línea para esternal derecha.	Pared anterior, porción alta del <i>septum</i> interventricular
<b>V2</b>	Cuarto espacio intercostal con línea para esternal izquierda.	Pared anterior, porción media del <i>septum</i> interventricular
<b>V3</b>	Entre V2 y V4	Pared anterior Porción baja del septum interventricular
<b>V4</b>	Quinto espacio intercostal con línea medio clavicular izquierda.	Pared anterior Ápex cardíaco
<b>V5</b>	Quinto espacio intercostal con línea axilar anterior	Parte baja de la pared libre del ventrículo izquierdo
<b>V6</b>	Quinto espacio intercostal con línea axilar media.	Parte baja de la pared libre del ventrículo izquierdo

### Ondas, Segmentos e Intervalos del EKG.

#### *Onda P.*

La onda P representa la despolarización auricular y en condiciones normales antecede a todos los complejos QRS (figura 26); Algunos autores expresan que también representa la repolarización inmediata, teniendo en cuenta una pequeña margen de error dada la velocidad con la que ocurre. En general es simétrica, excepto en V1 y V2 en donde puede ser isobifásica; su trayectoria también re-presenta la actividad individual de cada aurícula; la primera parte del onda corresponde a la despolarización auricular derecha y la segunda a la despolarización de la aurícula izquierda. Lo normal es que dure entre 0,08 y 0,1 segundos (dos cuadros y medio) y su altura no debe exceder los 0,25 mV (dos cuadros y medio).

Figura 26. Ondas del EKG



#### *Segmento PR .*

Cuando se habla de segmento se está haciendo referencia a una línea isoelectrónica que une dos ondas; el segmento PR se observa entre el final de la onda P y el inicio del complejo QRS.

Representa el paso de la señal eléctrica por el nodo aurículo-ventricular y el haz de His, donde se da un retardo en la conducción. Su duración normalmente es de 0,1 s (dos cuadritos y medio)

### ***Intervalo PR .***

Un intervalo comprende una línea isoeletrica y las ondas donde inicia y termina. El intervalo PR va desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS (figura. 26). Representa el tiempo transcurrido desde que inicia el impulso eléctrico en el nodo sinusal hasta las fibras musculares del ventrículo. Normalmente dura entre 0,12 s y 0,20 s en el adulto, lo cual depende del tono simpático y de la frecuencia cardíaca basal; si la frecuencia cardíaca está en 120 lpm un intervalo PR de 0,21 s sería alargado en este paciente, pero de manera general los valores por encima de 0,21 s se denominan “intervalo PR largo”, mientras que los menores a 0,12 s “intervalo PR corto”.

### ***Complejo QRS.***

El complejo QRS representa el proceso de despolarización ventricular que inicia en el nodo AV (figura 26), se desplaza por el Haz de His, alcanza la rama derecha e izquierda del mismo y finalmente las fibras de Purkinje y las células miocárdicas. Tiene un rango de duración entre 0,08 s y 0,10 s; máximo de 0,12 s, si es mayor de 0,12 s significa que el impulso no se inició desde el nodo AV o se inició desde más arriba (supraventricular) un QRS ancho significa que la despolarización procede del ventrículo, y por lo tanto, no viaja por el sistema de conducción de alta velocidad, la despolarización es más prolongada y origina un QRS ancho, también puede deberse a un bloqueo de alguna de las ramas del Haz de Hiz. El complejo QRS habitualmente consta de tres ondas: Onda Q, onda R y onda S.

*Onda Q.*

Es la primera deflexión negativa del complejo y debe preceder a cualquier onda positiva. Los valores normales del a onda Q son: duración menor de 0,04 s y su voltaje no mayor de 0,2 mV, el cual debe ser menor del 25% del tamaño de la onda R (figura 26). La onda Q puede ser patológica en situaciones como infarto agudo del miocardio antiguo, embolia pulmonar, hipertrofia ventricular derecha o izquierda, miocardiopatías o defectos en el tabique IV.

*Onda R.*

Es la primera deflexión positiva del complejo QRS; normalmente dura menos de 0,07 s y su voltaje varía entre 0,4 y 2,2 mV, siendo en promedio de 0,5 mV en las derivaciones del plano frontal y de 1 mV en el plano horizontal (figura 26). En las derivaciones precordiales, lo importante es observar la progresión en el tamaño de la onda R desde V1 hasta V6

*Onda S.*

La onda S es la deflexión negativa que aparece posterior a una onda R. cuando no exista ondas positivas en el complejo QRS, éste se denominará complejo QS, como en el caso de la hipertrofia de ventrículo izquierdo

*Punto J.*

Es el punto donde termina la última onda del complejo QRS e inicia el segmento ST. Su importancia radica en que ayuda a la interpretación electrocardiográfica del descenso (infradesnivel) o ascenso (supradesnivel) del segmento ST con respecto a la línea isoeletrica (figura 26)

### *Segmento ST.*

El segmento ST inicia al finalizar el QRS (punto J) hasta el inicio de la onda T. Suele estar nivelado con la línea isoeleétrica, aunque con un leve supra desnivel hacia el final de este. Desplazamientos positivos superiores a 2 mm ó inferiores a 1 mm en relación a la línea isoeleétrica, suelen estar provocados por trastornos isquémicos miocárdicos (figura 26).

El segmento ST es el momento de la máxima despolarización de la musculatura ventricular se localiza desde el fin del complejo QRS hasta el inicio de la onda T, se tiene en cuenta el punto J que es donde termina la última onda del complejo QRS e inicia el segmento ST, para determinar su infra-desnivel o supra-desnivel y su morfología que contribuye como elemento diagnóstico en algunas patologías isquémicas del corazón.

Según (Uribe Arango, Duque Ramírez, & Medina Durango, 2005, p. 37) las dos características más importantes de este segmento son el nivel y la forma:

#### *El nivel.*

Se compara con respecto a la línea de base (TP). Normalmente debe estar al mismo nivel de la línea TP es decir isoeletrico, o sólo levemente por encima o por debajo. En las derivaciones del plano frontal se le permite una elevación normal de hasta 0.1 mV y en el plano horizontal hasta 0.2 mV, pero nunca se le permite una depresión “normal” mayor de 0.5 mV en ninguna de las derivaciones. La elevación del segmento ST por encima de los valores normales sugiere un evento coronario agudo en evolución o una pericarditis. La depresión del ST > 0.5 mV sugiere una isquemia de tipo subendocárdica (es la única isquemia que se manifiesta en el ST).

### *La forma.*

Normalmente el segmento ST termina en una curva imperceptible con la onda T no debe formar un ángulo agudo ni seguir un curso completamente horizontal. Es decir, el segmento ST debe iniciar isoeléctrico y terminar ligeramente ascendente. Si el segmento ST es completamente recto (como trazado con regla) se conoce con el nombre de depresión plana del ST o rectificación del ST. Este hallazgo se observa frecuentemente en los pacientes con hipertensión arterial esencial o con enfermedad cardiaca isquémica.

### ***Onda T.***

La onda T, representa la repolarización ventricular, suele ser de inscripciones lentas y de ramas asimétricas. La onda T es positiva en D1, D2, aVL, aVF, y de V3 a V6, mientras que suele ser negativa o aplanada en las otras derivaciones. Ondas T negativas desde V1 a V4 suelen observarse con frecuencia en mujeres de mediana edad sin cardiopatía, además su voltaje no debe exceder las dos terceras partes de la onda R. Su dirección debe seguir el complejo QRS; por lo tanto, si éste es predominantemente positivo, la onda T debe ser positiva y si el complejo QRS es predominantemente negativo la onda T debe ser negativa; si no existe este parámetro se le llama onda T invertida e implica patología cardíaca.

### **Interpretación del electrocardiograma.**

Para la interpretación correcta del Electrocardiograma es necesario llevar un orden secuencial que permita organizar ideas y enfocar un buen diagnóstico. Existen varios métodos, dentro de los más conocidos está el método de *Dubin* (Dubin, 2001) el cual consiste en analizar la frecuencia, ritmo, eje, hipertrofia y ondas de infarto, en este orden. Seguidamente se utilizará este método

complementado por las bases de interpretación electrocardiográfica dada por la Sociedad Colombiana de Cardiología, en las cuales primero se analiza el ritmo (SCC).

***Ritmo.***

Determine si es regular o irregular:

***Regular.***

La distancia entre las ondas será idéntica. Determine si es de origen sinusal (FC entre 60 y 100 lpm) si es sinusal posee las siguientes características: la onda P antecede a todos los complejos QRS en todas las derivaciones y es positiva en la derivación DII, el intervalo PR es normal (0,12 s - 0,21 s). Cuando el ritmo es nodal tiene una FC entre 40 y 59 lpm o ventricular (idioventricular) FC inferior a 40 lpm). Estos dos últimos se caracterizan por la ausencia de la onda P o la disociación con los complejos QRS. El ritmo ventricular cursa con morfología de bloqueo de rama y sus complejos pueden ser muy aberrados.

***Irregular.***

“La presencia de un ritmo irregular se asocia con eventos como arritmias sinusales, extrasístoles supraventriculares (auricular, nodal) o ventriculares, fibrilación auricular, flutter auricular con bloqueo variable, marcapaso errante, fibrilación ventricular, bloqueo aurículo-ventricular de diferente grado, taquicardia supraventricular con diferentes grados de bloqueo AV, etc.” (Duque R & Vesga A, 2008, p. 37)

***Frecuencia.***

Existen muchos métodos, entre ellos están:

***Método de los 1.500.***

“Si se tiene en cuenta que el papel corre a una velocidad estándar de 25 milímetros en un segundo, en 60 segundos habrá recorrido 1.500 mm. Aplicando una regla de tres simple, se divide 1.500 entre la distancia en milímetros tomada entre dos ondas R (RR)” (Duque R & Vesga A, 2008, p. 37). Es decir se dividen 1500 entre la distancia en milímetros tomada entre dos R-R (cuadritos pequeños).

$$FC = \frac{1500}{RR}$$

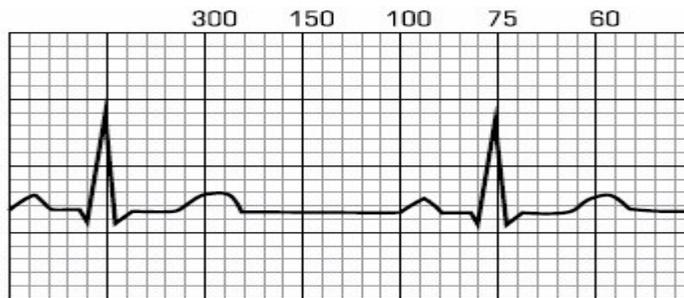
***Método estándar.***

Para este método la clave es la utilización de la cuadrícula, tomando como indicador de medida la línea gruesa ubicada cada cinco milímetros. Se toma un complejo QRS en el cual coincida la espiga de la onda R con la línea gruesa y se cuenta el número de casillas de cinco milímetros hasta encontrar el siguiente QRS de la misma derivación. Luego el valor de 300 se divide entre el número de cuadros de cinco milímetros contados.

Por ejemplo el electrocardiograma de la (figura 27) la primera onda R cayó sobre la línea gruesa de cinco milímetros y la segunda sobre la cuarta línea gruesa, la frecuencia cardíaca se obtendría así:

$$FC = \frac{300}{4} = 75$$

Figura 27. Método estándar para hallar la frecuencia



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 38)

*Método alternativo.*

Cuando el QRS cae en la mitad del cuadro, la FC se obtendrá así:

Entre 300 y 150 cada cuadrado vale 30; Entre 150 y 100 cada cuadrado vale 10; Entre 100 y 75 cada cuadrado vale 5; Entre 75 y 60 cada cuadrado vale 3; Entre 60 y 50 cada cuadrado vale 2.

Por ejemplo el electrocardiograma de la (figura 28) la primera onda R cayó sobre la línea gruesa de cinco milímetros y la segunda cayó a la mitad de los valores 100 y 75, ahora se calcula el valor de los cuadrillos pequeños que se encuentran entre estos números (100 y 75), en este caso cada cuadrillo vale 5 este será el divisor; la frecuencia cardíaca se obtendría así:

$$FC = \frac{100 - 75}{5} = 5$$

Frecuencia mayor de 100 lpm = taquicardia sinusal.

Frecuencia menor de 60 lpm = bradicardia sinusal.

Figura 28. Método alternativo para hallar la frecuencia



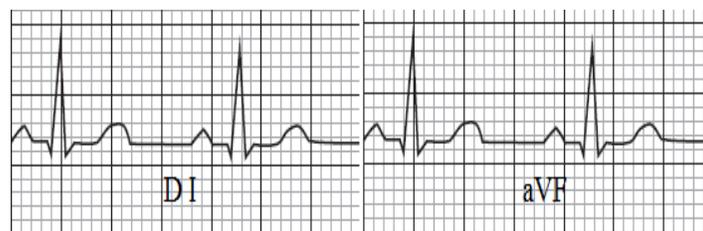
Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 38)

### *Eje.*

Sirve para determinar la ubicación o la proyección del corazón y se busca en las derivaciones DI Y aVF, en estas se cuentan los cuadritos hacia arriba y hacia abajo del QRS, luego se grafica en el plano cartesiano, se trazan líneas perpendiculares entre los puntos y se determinan los grados del eje. (Figura 29)

Eje normal: entre  $-30^\circ$  y  $+120^\circ$ , Eje izquierdo: entre  $-30^\circ$  y  $-90^\circ$ , Eje derecho: entre  $+110^\circ$  y  $+180^\circ$ , Eje en territorio de nadie:  $180^\circ$  y  $-90^\circ$  (figura 31)

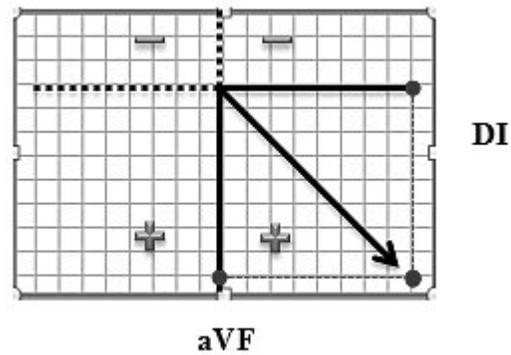
Figura 29. Método para hallar el eje, derivaciones DI y aVF



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 38)

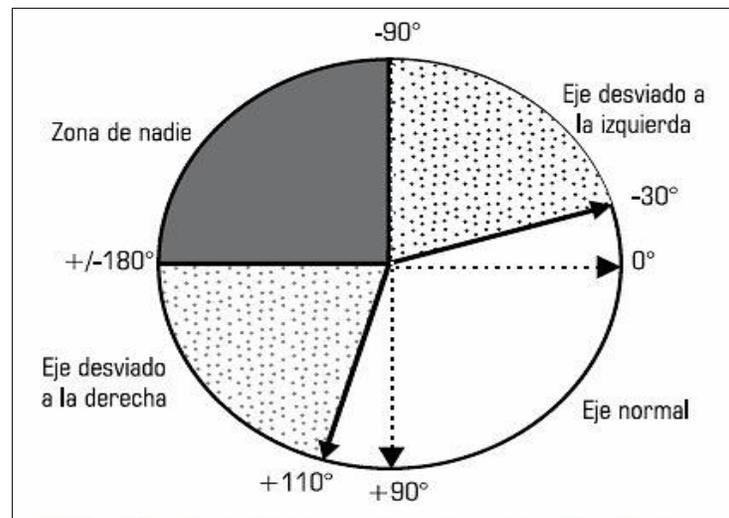
Por ejemplo: El QRS en DI tiene 9 hacia arriba y 1 hacia abajo = 8 cuadritos en DI. En aVF también 9 hacia arriba y 1 hacia abajo = 8 cuadritos (figura 30).

Figura 30. Graficación de valores para hallar el eje eléctrico del corazón.



En este caso el eje estaría a más o menos 45°; lo cual estaría dentro de lo normal. En caso de que la operación de un número negativo es decir el QRS hacia arriba tenga +2 y hacia abajo -5 = -3 se graficará hacia la parte punteada que representa el sector negativo tanto en DI y AVF.

Figura 31. Circunferencia con la representación de los cuadrantes eléctricos



Tomado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 39)

*Desviación del eje hacia la izquierda.*

Puede ser normal hasta en el 10% de los casos, y puede darse por rotación o desplazamiento del corazón hacia la izquierda, hipertrofia ventricular izquierda, bloqueo de la rama izquierda, hemibloqueo anterior izquierdo, *ostium primum* .

*Desviación del eje hacia la derecha.*

Es un hallazgo normal en lactantes e infantes hasta los ocho años de edad, y puede darse por rotación cardíaca a la derecha, hipertrofia ventricular derecha o hemibloqueo posterior izquierdo.

***Hipertrofias.***

Hipertrofia de aurícula derecha: si se crece la aurícula derecha se ve ondas P grandes, más de 2,5 cuadritos de alto y 3 cuadritos de ancho en DII; también conocida como P picuda o P pulmonar.

Hipertrofia de aurícula izquierda: si se crece la aurícula izquierda se ve ondas P, melladas o bimodal (M) conocidas como P mitral, de más de 3 cuadritos de ancho en DII.

Hipertrofia de ventrículos derecho: si se crece el ventrículo derecho se ve QRS ancho más de 0.12 seg = 3 mm, onda R alta en V1 y V2 mas el eje tirado a la derecha.

Hipertrofia de ventrículo izquierdo: además del QRS ancho, onda S profunda en V5 y V6, más desviación del eje a la izquierda.

Es necesario tener en cuenta que las hipertrofias, se acompañan de la desviación del eje del mismo lado.

***Ondas de infarto.***

Es posible enmarcar el evento coronario en tres etapas:

1. Isquemia: inversión de la onda T simétricamente, es decir de medidas iguales. La onda T suele ser positiva en las derivaciones DI, DII y de V2 a V6; busque en estas derivaciones la inversión de la onda T.
2. Infarto agudo: elevación del segmento ST de más de 1ml en las derivadas de las extremidades. Depresión del ST: aunque algunas literaturas difieren en su significado, su detección es de igual importancia; para la AHA (Field, Fran Hazinski, & Gilmore, 2008, p. 52) por ejemplo da a entender la obstrucción parcial del vaso coronario lo que conllevaría a la obstrucción total si no se maneja a tiempo.
3. Infarto antiguo: ondas Q o Q-S profundas, que sea superior a 1/3 de la altura del QRS en la derivación DIII

Lo anterior es basado principalmente en el método rápido de interpretación electrocardiográfica de *Dubin*, Todo lo relacionado con infarto agudo del miocardio con elevación del ST, epidemiología, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento, será abordado más a delante.

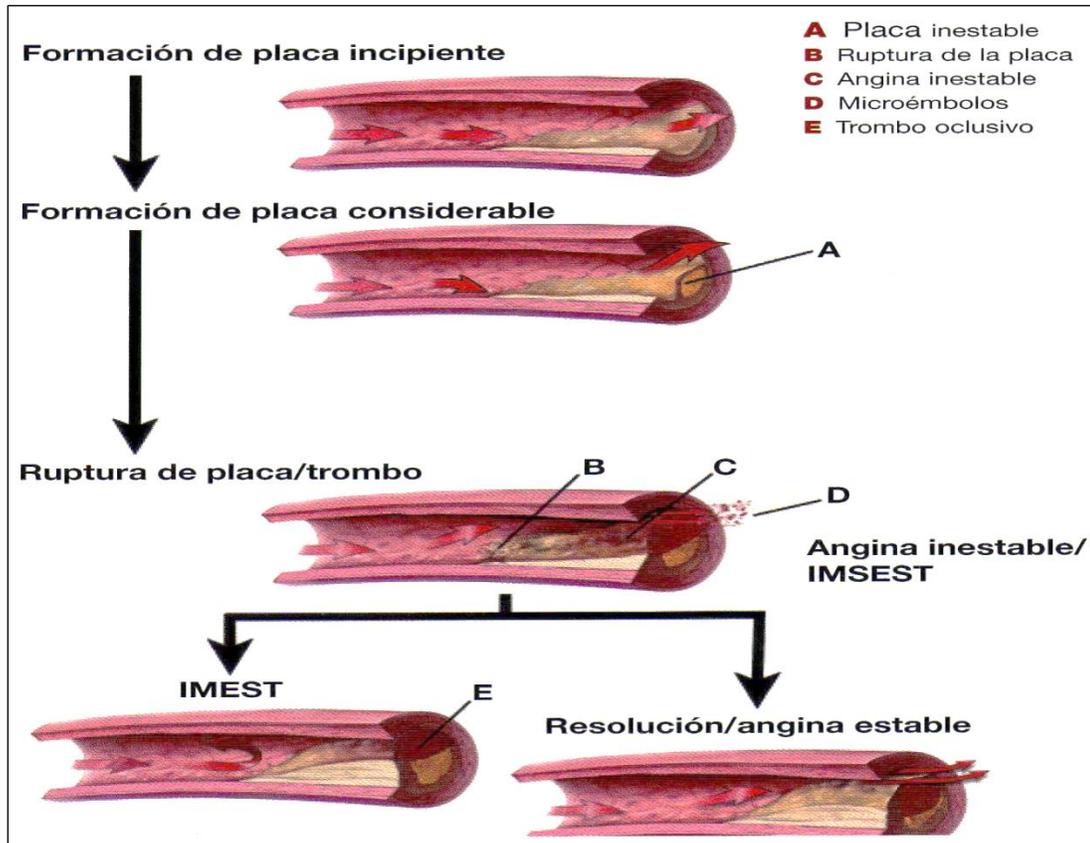
**Síndromes coronarios agudos (infarto agudos del miocardio con elevación segmento ST)*****Fisiopatología del síndrome coronario agudo.***

El evento coronario que conlleva a infarto agudo del miocardio, es un hecho que marca una serie de fases, y que tiene distintas manifestaciones electrocardiográficas que inciden en el tratamiento.

Para la American Heart Association (Field, Fran Hazinski, & Gilmore, 2008, p. 22), los pacientes con aterosclerosis coronarias pueden desarrollar un espectro de síndromes clínicos que representan diferentes grados de la oclusión de la arteria coronaria. Estos síndromes incluyen angina inestable, infarto del miocardio sin elevación del segmento ST e infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, y la fisiopatología progresa sí (ver también figura 32):

- a. Placa inestable: La causa habitual del SCA es la rotura de una placa cargada de lípidos con un casquete delgado.
- b. Rotura de la placa: tras la rotura, una mono capa de plaquetas cubre la superficie de la placa rota (adhesión plaquetaria), esto atrae más plaquetas y se activa la agregación plaquetaria, se activa las cascada de la coagulación con producción de trombina.
- c. Angina inestable: Es la oclusión parcial del vaso causada por un trombo produciendo síntomas de isquemia, que son prolongados y puede aparecer en reposo.
- d. Microembolia: A medida que aumenta el tamaño del coagulo se pueden generar micro embolias que se alojan en los microvasos coronarios. Aumentando el riesgo de un infarto de miocardio sin elevación del ST.
- e. Trombo oclusivo: cuando el trombo ocluye completamente la luz del vaso produce infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST.

Figura 32. Progresión de los síndromes coronarios



Tomado de (Field, Fran Hazinski, & Gilmore, 2008)

Conviniendo con la explicación de infarto del miocardio con elevación del segmento ST (IMEST por sus siglas en español) presentado por la AHA, la Sociedad Colombiana de Cardiología (SCC) también expone y profundiza, sobre este tema. A continuación se presenta lo manifestado por este ente.

La patología de los pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del ST, se caracteriza por la oclusión completa trombótica de una arteria coronaria importante, en más de 90% de los casos. La disminución de la perfusión miocárdica por un estrechamiento de la arteria coronaria, es producto de un trombo oclusivo que se origina sobre una placa aterosclerótica no oclusiva que se rompe o erosiona. Las estenosis de arteria coronaria de alto grado y de evolución

lenta por lo general no desencadenan IMEST, porque con el tiempo se forma una abundante red colateral de vasos. Por lo contrario, surge IMEST cuando se forma rápidamente en el sitio de lesión vascular un trombo dentro de una arteria coronaria. La lesión es producida o facilitada por factores como tabaquismo, hipertensión y acumulación de lípidos

La microembolización de agregados plaquetarios y componentes de la placa rota, es responsable de la liberación de marcadores bioquímicos. Las características de la placa aterosclerótica son:

- Núcleo lípido
- Capa fibrosa delgada
- Alta densidad de macrófagos
- neovascularización y alta concentración de factor tisular

La causa por la que esta placa se rompe es por la inflamación arterial causada por agentes no infecciosos (oxidación de los lípidos) y posiblemente un estímulo infeccioso, que puede llevar a expansión de la placa, desestabilización, ruptura, erosión y trombogénesis. Los macrófagos activados y los linfocitos T localizados en el hombro de la placa, incrementan la expresión de enzimas como metaloproteinasas que pueden causar adelgazamiento y disrupción de la cubierta fibrosa. La erosión parece ser causa frecuente en mujeres, diabéticos e hipertensos.

Otra causa menos común es la obstrucción dinámica, la cual puede ser producida por un intenso espasmo focal que ocurre por hipercontractilidad del músculo liso vascular y/o disfunción endotelial. Como ejemplo se encuentra el infarto producido por cocaína.

La ruptura de la placa lleva a infarto por varios mecanismos: el daño de la barrera endotelial deja al descubierto su contenido y lo expone a la sangre, situación que facilitan la trombogénesis (locales o generales). En el sitio de rotura de la placa se forma un trombo mural y de este modo se

ocluye la arteria coronaria afectada. “Los procedimientos histopatológicos señalan que las placas que más fácilmente se rompen son las que tienen abundante lípido en su centro y un fino capuchón fibroso” (Harrison, 2006, cap 239, parr 3)

La formación del trombo dentro de la lesión incrementa su tamaño con el consiguiente crecimiento de la obstrucción del vaso y al aumentar la presión dentro de la lesión, le induce más ruptura. Al romperse una placa, el material que se libera se emboliza hacia la porción distal del vaso ocluyéndolo, ya que el lecho distal a la oclusión a menudo muestran microémbolos de fibrina y plaquetas. El principal mecanismo para la oclusión del flujo es la formación intraluminal de trombo como ya se mencionó, pues con la exposición del centro lipídico de la lesión y las fibras de colágeno, se favorece la formación del coágulo. “La ruptura de las placas y su asociación con trombos es un hallazgo persistente en la autopsia de pacientes que mueren durante las primeras seis horas que siguen a la aparición del infarto, y ocurren en lesiones con obstrucciones menores de 50%, que no se consideran significativas en cuanto a termodinámica” (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 131-133)

Luego de la ruptura, se deposita una sola capa de plaquetas en el sitio de la lesión, algunos agonistas estimulan la activación de los trombocitos (colágena, difosfato de adenosina [*adenosine diphosphate*, ADP], adrenalina, serotonina). Una vez que los agonistas estimularon las plaquetas, se produce y libera tromboxano A<sub>2</sub> (potente vasoconstrictor local), que activa todavía más las plaquetas y hay resistencia posible a la fibrinólisis. Además de la generación del tromboxano A<sub>2</sub>, la activación de las plaquetas por acción de agonistas incita un cambio de conformación en el receptor de glucoproteína IIb/IIIa . El receptor en cuestión, una vez transformado en su estado funcional, muestra una enorme avidez por secuencias de aminoácidos en proteínas adherentes solubles (es decir, integrinas), como fibrinógeno. Dado que esta sustancia es una molécula

multivalente, se puede unir a dos plaquetas diferentes en forma simultánea, de tal modo que se producen enlaces cruzados y agregación de las plaquetas.

La cascada de la coagulación es activada al quedar expuesto el factor hístico en las células endoteliales lesionadas en el sitio de la placa rota. Hay activación de los factores VII y X, lo que culmina en la conversión de protrombina en trombina y como paso siguiente, la conversión de fibrinógeno en fibrina. En la reacción de amplificación que activa todavía más la cascada de coagulación, intervienen la trombina de fase líquida y la ligada a coágulos. Al final, la arteria coronaria afectada queda ocluida por un trombo que contiene agregados plaquetarios y cordones de fibrina. Los pacientes con mayor peligro de mostrar IMEST son los que tienen múltiples factores de riesgo coronario y los que tienen angina de pecho inestable o angina variante de Prinzmetal. Entre los trastornos clínicos primarios menos frecuentes que predisponen a la aparición de IMEST están la hipercoagulabilidad, las enfermedades vasculares del tejido conjuntivo, abuso de cocaína, y trombos o masas intracardiacas que generan émbolos coronarios.

### ***Factores de riesgo.***

Los factores de riesgo para la aparición de la placa aterosclerótica dependen de varios factores incluso, como el sexo, la región, la edad, el estrato incluso, siendo el sedentarismo el más común. El Estudio Framingham, prospectivo, de tipo comunitario, en cardiología, aportó datos rigurosos en apoyo del concepto de la correlación de la hipercolesterolemia, la hipertensión y otros factores, con el riesgo cardiovascular. Estudios similares por observación realizados a nivel mundial, reforzaron el concepto de "factores de riesgo" de enfermedades cardiovasculares.

Desde el punto de vista práctico, los factores de riesgo cardiovascular identificados en los estudios en cuestión, pertenecen a dos categorías: los que se pueden modificar por medio de

cambios en el modo de vida, farmacoterapia o ambas modalidades, y los inmutables, como edad y sexo.

El peso de las pruebas en apoyo de los factores de riesgo, es diverso. Por ejemplo, la hipercolesterolemia y la hipertensión indudablemente predicen el riesgo coronario, pero no hay consenso respecto a otros de los llamados factores no tradicionales de riesgo, como los niveles de homocisteína, lipoproteína (a) [Lp(a)], o infección. Aún más, no se ha confirmado la importancia causal de algunos de los marcadores biológicos que "anticipan" el riesgo cardiovascular, como la proteína C reactiva (*C-reactive protein*, CRP). A continuación se mencionan los factores principales factores de riesgo (exclusivos de colesterol ldl) que modifican las concentraciones ideales de Ldl, que reconoce el actual *National Cholesterol Education Project Adult Treatment Panel III* (ATP III. (Harrison, 2006, cap 235).

- Tabaquismo
- Hipertensión (presión arterial 140/90 mmHg o en tratamiento antihipertensivo)
- Bajas concentraciones de colesterol HDL<sup>a</sup> [ $<1$  mmol/L ( $<40$  mg/100 ml)]
- Diabetes mellitus
- Antecedentes familiares de CHD:
  - CHD en familiares varones de primer grado  $<55$  años
  - CHD en familiares mujeres de primer grado  $<65$  años
- Edad (varones 45 años; mujeres 55 años)
- Factores de riesgo del estilo de vida:
  - Obesidad (BMI 30 kg/m<sup>2</sup>)
  - Sedentarismo

## Régimen alimentario aterógeno (rico en grasa)

## ▪ Factores de riesgo emergentes

Lipoproteína (a)

Homocisteína

Factores protrombóticos

Factores proinflamatorios

Intolerancia a los carbohidratos en ayuno

Aterogénesis subclínica

<sup>a</sup> : Concentraciones de colesterol de HDL 1.6 mmol/L (60 mg/100 ml) se consideran factor de riesgo "negativo"; su presencia elimina sólo un factor de riesgo de la calificación total.

Nota: LDL, lipoproteínas de baja densidad; HDL, lipoproteínas de alta densidad; CHD, cardiopatía coronaria; BMI, índice de masa corporal.

Fuente: modificado de Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 285:2486, 2001.

---

### **Definición y reconocimiento del paciente con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST**

Los pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del ST tienen alta probabilidad de que se forme un trombo que ocluya en su totalidad a la arteria coronaria relacionada con el infarto. Estos individuos se benefician de tratamiento con trombólisis, mientras los otros no; por este motivo, para el estudio y tratamiento del síndrome coronario agudo se sigue la siguiente clasificación:

1. Síndrome coronario agudo sin elevación del ST: que comprende infarto del miocardio sin elevación del ST y angina inestable.

2. Síndrome coronario agudo con elevación del ST, que corresponde al infarto agudo del miocardio con elevación del ST o al bloqueo completo de rama izquierda de nueva aparición.

Este estudio solo enfatiza el reconocimiento del infarto agudo con elevación del ST.

#### ***Cuadro clínico***

En 50% de los casos parece haber un factor desencadenante antes de que se manifieste IMESTE, como sería el ejercicio vigoroso, el estrés emocional o algún trastorno médico o quirúrgico. “IMEST puede comenzar en cualquier momento del día o de la noche, pero se han señalado variaciones circadianas, de manera que algunos grupos de enfermos muestran el ataque por la mañana, unas cuantas horas después de despertar” (Harrison, 2006, cap 239)

La molestia inicial más frecuente en personas con STEMI es el dolor, profundo y visceral; los pacientes usan algunos adjetivos para describirlo como pesado, constrictivo y opresivo, aunque a veces se usan los calificativos de punzante o quemante. Sus características son semejantes a las

de la angina de pecho, aunque suele ser más intenso y duradero. En forma típica, el dolor aparece en la zona central del tórax, en el epigastrio o en ambas regiones, y a veces irradia a los brazos, en especial al izquierdo. En ocasiones se irradia a sitios menos comunes, como el abdomen, la espalda, el maxilar inferior y el cuello. La localización frecuente del dolor detrás de la apéndice xifoides y la negativa del paciente de que puede tener un ataque al corazón, crea la impresión falsa de que lo que tiene es indigestión. El dolor de STEMI puede irradiar incluso a la nuca pero no por debajo del ombligo; suele acompañarse de debilidad, sudación, náusea, vómito, ansiedad y sensación de muerte inminente. Puede comenzar cuando la persona está en reposo, pero si lo hace durante un periodo de ejercicio, no desaparecerá al interrumpir la actividad, a diferencia de lo que ocurre con la angina de pecho. A continuación se mencionan los principales hallazgos físicos y su posible complicación en un paciente con síndrome coronario agudo:

*Cardiovascular.*

- General: agitado, ansioso, puño doblado en el tórax (signo de Levine).
- Piel: fría, húmeda, pálida o cenicienta.
- Fiebre de bajo grado: respuesta inflamatoria no específica a la necrosis miocárdica.
- Hipertensión, taquicardia: tono simpático aumentado (infarto anterior).
- Hipotensión, bradicardia: tono vagal aumentado (infarto inferior y/o posterior).
- Pulsos con bajo volumen: bajo gasto cardíaco.
- Pulso rápido, lento o irregular: arritmias auriculares, ventriculares o bloqueo cardíaco.
- Impulso sistólico ectópico o paradójico: discinesia apical, aneurisma ventricular (infarto anterior).

- Primer ruido de baja intensidad: disminución de la contractilidad del ventrículo izquierdo; bloqueo aurículo-ventricular de primer grado (infarto inferior).
- Galope por cuarto ruido: disminución de la distensibilidad del ventrículo izquierdo.
- Galope por tercer ruido, estertores pulmonares, pulso alternante: disfunción del ventrículo izquierdo (signos de falla cardíaca, infarto de más del 25% de la masa ventricular izquierda).
- Hipotensión: piel fría y húmeda, cianosis periférica, alteración del estado mental y oliguria (signos de choque cardiogénico).
- Ingurgitación yugular: con signo de Kussmaul, hipotensión, galope por tercer y cuarto ruido derecho, pulmones limpios (infarto del ventrículo derecho).
- Soplo sistólico de ruptura del tabique interventricular: borde paraesternal izquierdo, frecuentemente se palpa frémito.
- Soplo sistólico de regurgitación mitral: ruptura de músculo papilar.
- Frote pericárdico: pericarditis, frecuente en transmural; tardía posterior al infarto (síndrome de Dressler).
- Signos de taponamiento cardíaco: ingurgitación yugular, hipotensión, pulmones limpios y borramiento de los ruidos cardíacos o actividad eléctrica sin pulso por ruptura cardíaca
- Pulsos ausentes o diferencia de pulsos en extremidades, soplo de regurgitación aórtica: disección aórtica.

*Neurológico.*

- Desorientación cognitiva: pérdida de memoria, disartria, afasia.
- Motor: asimetría facial, movimientos de pronación, simetría de reflejos, disimetría de extremidades.
- Sensorial: zonas de hipoestesia.

Tomado de (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 139)

*Diagnósticos diferenciales.*

La evaluación inicial de los pacientes con posible síndrome coronario agudo debe incluir la consideración de causas no coronarias para el desarrollo de síntomas no explicados.

El dolor de IAM imita al que aparece en cuadros como pericarditis aguda embolia pulmonar, disección aórtica aguda, costocondritis y trastornos gastrointestinales. Por la razón mencionada habrá que incluir a todas estas entidades en el diagnóstico diferencial. Otras manifestaciones iniciales menos frecuentes, con dolor o sin él, incluyen la pérdida de conciencia repentina, un estado confusional, sensación de debilidad profunda, la aparición de arritmias, manifestaciones de embolia periférica o simplemente hipotensión arterial inexplicada.

La mayoría de los pacientes vistos en urgencias con síntomas de posible síndrome coronario agudo, no tienen un problema cardíaco. En un estudio clínico se evaluaron 10.689 pacientes con sospecha de síndrome coronario agudo. Para ingresar debía ser mayores de treinta años y tener un síntoma que sugiriera isquemia miocárdica aguda como motivo principal de consulta. Después de la evaluación, 7.996 pacientes (75%), no

tenían isquemia aguda. (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 139)

El diagnóstico diferencial del síndrome coronario agudo incluye múltiples entidades (Tabla 6), algunas incluye condiciones que amenazan la vida si no se tratan rápidamente y otros que pueden exacerbarse a causa de la fibrinólisis y la anticoagulación.

Tabla 6. Diagnósticos diferenciales del síndrome coronario agudo

Amenazan la vida	Otras cardiovasculares no isquémicas	Otras no cardíacas
- Disección aórtica	- Pericarditis	- Reflujo gastroesofágico
- Embolismo pulmonar	- Hipertensión pulmonar	- Espasmo esofágico
- Úlcera perforada	- Estenosis aórtica	- Úlcera péptica
- Neumotórax a tensión	- Angina estable	- Enfermedad de la vesícula biliar
- Síndrome Boerhaave (Ruptura esofágica con mediastinitis)	- Cardiomiopatía hipertrófica	- Pancreatitis
- Taponamiento cardíaco		- Costocondritis
		- Pleuritis
		- Neumonía
		- Neumotórax espontáneo
		- Discopatía cervical o dolor neuropático (Herpes Zoster)
		- Somatización y desorden de pánico

Tomado de. (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 139)

### **Electrocardiograma como método diagnóstico.**

Antes hablar de los métodos diagnósticos es pertinente aclarar un punto muy importante, los niveles de evidencia y clases de recomendaciones, para la correcta comprensión de lo que será esbozado más adelante.

- Recomendación clase I: evidencia y/o acuerdo general que un tratamiento o procedimiento es benéfico, útil y efectivo. El tratamiento o procedimiento debe ser realizado o administrado.
- Recomendación clase II: existe conflicto de evidencia y/o divergencia de opinión sobre la utilidad/eficacia de un tratamiento o procedimiento.
- Recomendación clase IIa: el peso de la evidencia/opinión está en favor de la utilidad/eficacia. Puede ser razonable realizar el procedimiento o administrar el tratamiento.
- Recomendación clase IIb: la utilidad/eficacia está menos bien establecida por la evidencia/opinión. Puede considerarse realizar el procedimiento o administrar el tratamiento.
- Recomendación clase III: evidencia o acuerdo general que un tratamiento o procedimiento no es útil ni efectivo y en algunos casos puede ser dañino.

#### Niveles de evidencia

- Nivel de evidencia A: datos derivados de múltiples estudios aleatorizados o meta-análisis.
- Nivel de evidencia B: datos derivados de un solo estudio clínico aleatorizado o de estudios grandes no aleatorizados.

Nivel de evidencia C: consenso de opinión de los expertos y/o pequeños estudios, estudios retrospectivos o registros.

Sobre el papel del EKG para el diagnóstico, reconocimiento del IMEST la SCC da algunas recomendaciones, (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 140):

#### Recomendación clase I

1. A todo paciente con dolor torácico (o equivalente anginoso) u otro síntoma que indique síndrome coronario agudo, se le realiza un electrocardiograma de doce derivaciones que debe ser interpretado en los primeros diez minutos de la llegada al servicio de urgencias, por un médico con experiencia (Nivel de evidencia C).
2. Si el primer electrocardiograma no es diagnóstico, pero el paciente permanece sintomático y hay alta sospecha clínica de síndrome coronario agudo, se toman electrocardiogramas seriados con intervalos de quince a treinta minutos para detectar la aparición de la elevación o depresión del segmento ST (Nivel de evidencia C).
3. En pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del ST en pared inferior, se deben obtener derivaciones del lado derecho del corazón para buscar elevación del ST que sugiera infarto del ventrículo derecho (V4R) (Nivel de evidencia B).

Al respecto las guías de la AHA de 2010 para RCP Y ACE señalan que “el personal del SEM debe obtener un EKG de 12 derivaciones en este contexto de síndromes coronarios agudos” (American Heart Association , 2010, p. 98), además recomienda:

- Programas diagnósticos de EKG de 12 derivaciones extrahospitalario en sistemas SEM urbanos y suburbanos.

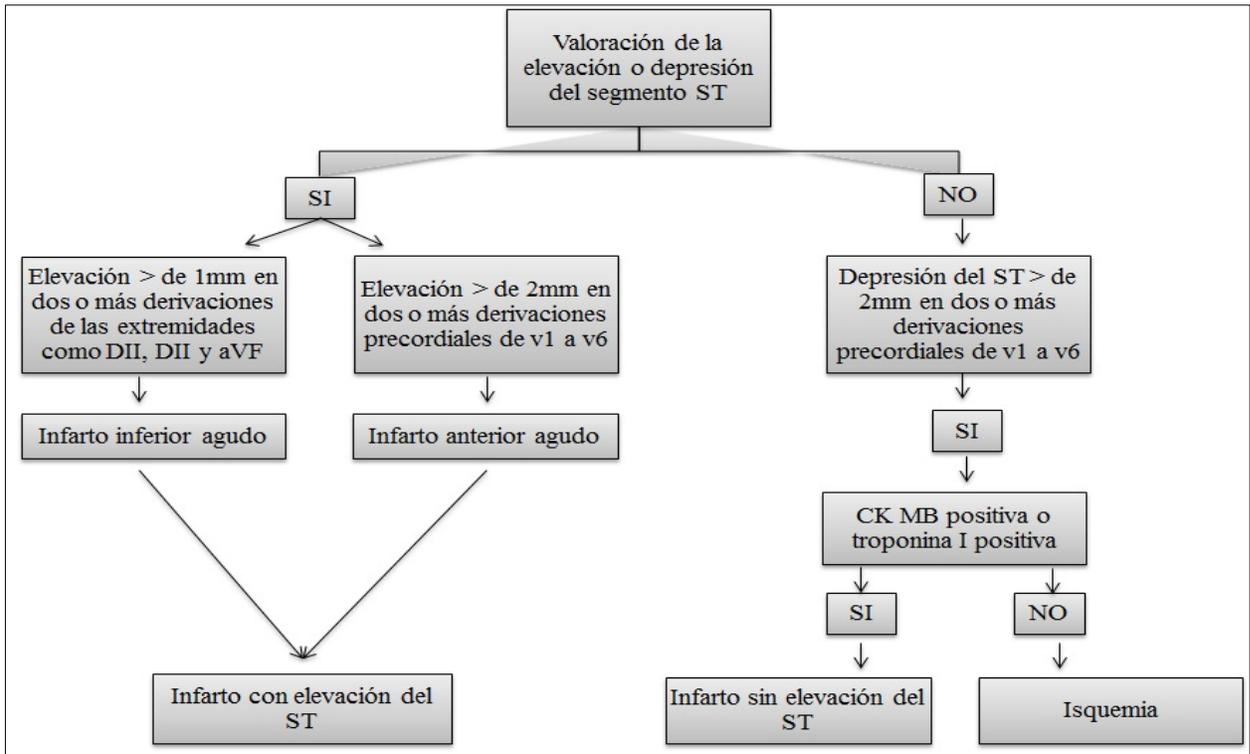
- La AHA recomienda, si está disponible, el uso rutinario de EKG de 12 derivaciones extrahospitalarios para pacientes con signos y síntomas de posible SCA.
- La notificación previa a la llegada al servicio de urgencias reduce el tiempo de tratamiento (se han conseguido 10 a 60 minutos en estudios clínicos) y acelera la terapia de reperfusión con fibrinolíticos o ICP, o ambas, lo que puede reducir la mortalidad y minimizar la lesión miocárdica.
- Si se identifica un IMEST en el EKG de 12 derivaciones, complete la lista de comprobación de fibrinolíticos, si procede.

A pesar de los avances tecnológicos en muchos campos diagnósticos, el electrocardiograma de doce derivaciones aún es la base para la identificación y el manejo de los síndromes coronarios agudos, ya que éste no sólo da soporte a la sospecha clínica, sino que da información pronóstica con base en el patrón y la magnitud de la anormalidad. Se obtiene en los primeros diez minutos en todo paciente con posible síndrome coronario agudo e inmediatamente lo interpreta un médico calificado.

(Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 141)

Como bien lo expresa (Mendoza Beltrán, Beltrán Pineda, Isaza Restrepo, & Jaramillo Villegas, 2010, p. 141), “el electrocardiograma de doce derivaciones es el centro del algoritmo de decisiones”. Dependiendo de este y las características que manifieste, se clasifica el SCA. A continuación se muestra el algoritmo presentado por la Sociedad Colombiana de Cardiología para valorar la elevación y/o depresión del segmento ST (figura 33).

Figura 33. Evaluación del segmento ST



Adaptado de (Duque R & Vesga A, 2008, p. 46)

La AHA propone también una clasificación y manera de medir la desviación del segmento ST, con algunas pequeñas diferencias respecto a lo expuesto por la SCC, como el valor de la elevación del segmento ST, pero en general el sentido es el mismo (tabla 7):

Tabla 7. Clasificación del paciente con SCA

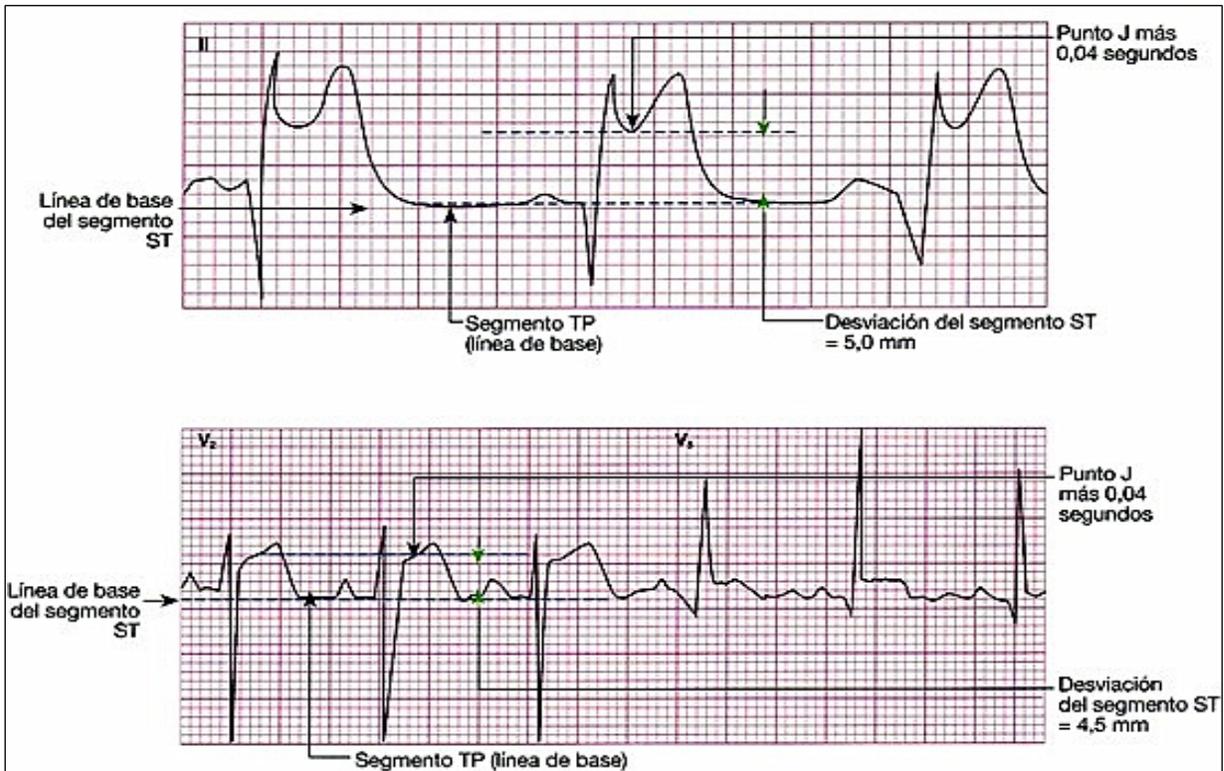
Grupo general	Descripción
IMEST	Elevación del segmento ST
AI/IMSEST	Depresión del segmento ST o inversión de la onda T dinámica
Angina inestable de riesgo intermedio/bajo	EKG normal o no diagnóstico

(Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 99)

- El IMEST se caracteriza por la elevación del segmento ST en 2 o más derivaciones contiguas o un BRI (bloqueo de rama izquierda) nuevo. Los valores límites de la elevación del segmento ST coherentes con IMEST son un elevación del punto J superior a 2 mm (0,2 mv) en las derivaciones V2 y V3\* y de 1 mm o más en todas las demás derivaciones o un bloqueo de la rama izquierda nuevo o supuestamente nuevo. \*2,5 mm en hombres < 40 años; 1,5 mm en mujeres de todas las edades. (Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 101)
- Una AI/IMSEST (angina inestable/ infarto del miocardio sin elevación del ST) de alto riesgo se caracteriza por una depresión isquémica del segmento ST  $\geq 0,5$  mm (0,05 mv) o inversión de la onda T dinámica con dolor o molestia. También se incluye en esta categoría la elevación del segmento ST no persistente o transitoria  $\geq 0,5$  mm durante < 20 minutos. (Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 101)
- La angina inestable de riesgo intermedio o bajo se caracteriza por cambios normales o no diagnósticos en el segmento ST o en la onda T que no son concluyentes y requieren la estratificación adicional del riesgo. Esta clasificación incluye a pacientes con EKG normales y aquellos con desviación del segmento ST en cualquier dirección de menos de 0,5 mm (0,05 mv) o inversión de la onda T de 2 mm 0 0,2 mv o menos. Los estudios cardiacos en serie y las pruebas funcionales son apropiados. Tenga en cuenta que la información adicional (troponina) puede colocar al paciente en una clasificación de mayor riesgo tras la clasificación inicial. (Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 101)

Los parámetros para medir la desviación del segmento ST propuestos por la AHA 2010 son presentados en la figura 34.

Figura 34. Como medir la desviación del segmento ST. A, IM inferior. El segmento ST no presenta punto inferiro (es convexo o cóncavo). B, IM anterior.



Tomado de (Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 99)

Además de la utilización del EKG, tan pronto como sea posible, se deben obtener muestras para análisis de marcadores cardíacos, así como electrolitos, pruebas de función renal y pruebas de coagulación, entre otros; obviamente estas acciones se hace en sala de urgencias, éstas, no serían pertinentes realizarlas pre- hospitalariamente. En este caso solo se hablará de los marcadores cardíacos bioquímicos.

***Marcadores bioquímicos de daño miocárdico.***

El marcador cardíaco ideal debería ser de aparición temprana en la circulación, estar en alta concentración en el miocardio y ausente en otros tejidos no cardíacos, así como persistir el tiempo suficiente en sangre para permitir el diagnóstico. La creatinina cinasa (CK) y su isoenzima (CK-MB) carecen de suficiente sensibilidad y especificidad. La troponina I y T son específicas del músculo cardíaco y no son detectadas en la sangre de sujetos normales; por lo tanto, el aumento de sus niveles, así sean leves, permite el diagnóstico de muerte celular; son específicas de daño miocárdico y se le atribuye a este marcador el papel de la nueva prueba de referencia. Son más específicas y exactas que las enzimas cardíacas tradicionales, como la creatinfosfocinasa (CPK) o su isoenzima MB. (Ministerio de Protección Social, 2009, p. 327)

La elevación de las troponinas significa daño miocárdico, pero no necesariamente secundario a enfermedad coronaria aterosclerótica, ya que pueden elevarse en entidades tales como falla cardíaca grave, hipertensión arterial no controlada, hipotensión arterial sostenida, hipotiroidismo, shock séptico o miocarditis, así como también después de cardioversión o de tromboembolismo pulmonar.

La troponina empieza a elevarse en sangre periférica 3 a 4 horas después de la lesión y permanece elevada hasta por dos semanas. Se recomienda solicitar valores de troponina al ingreso y repetirlos a las 12 horas, por si la primera fue normal o se tomó antes de seis horas de haberse iniciado los síntomas. La elevación de la troponina tiene importantes implicaciones pronósticas y sirve de guía para las decisiones terapéuticas.

La mioglobina no es específica del corazón; es liberada más rápidamente del miocardio necrosado que las troponinas o la CK y puede detectarse 2 horas después del inicio de la necrosis

miocárdica. Su valor clínico se reduce por el corto tiempo que permanece elevada (menos de 24 horas). Sin embargo, por su gran sensibilidad, una prueba negativa para mioglobina, cuando la muestra se toma entre 4 y 8 horas después del inicio de los síntomas, permite descartar infarto agudo del miocardio.

La tabla 8 resume las ventajas y desventajas de dichos marcadores, especialmente en pacientes quienes se sospechan síndrome coronario agudo.

Tabla 8. Marcadores cardiacos bioquímicos

Marcadores	Ventajas	Desventajas	Recomendación clínica
<b>Troponina cardiaca</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Herramienta poderosa para la estratificación</li> <li>Mayor especificidad que la CK-MB</li> <li>Detección de infarto agudo del miocardio hasta dos semanas después</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Baja sensibilidad en las fases muy tempranas del infarto (&lt; 6 horas después del inicio de los síntomas)</li> <li>Capacidad limitada para detectar nuevo infarto tardío pequeño</li> </ol>	Útil como prueba única para diagnosticar infarto sin elevación del ST, con mediciones seriadas
<b>CK-MB</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Exámenes rápidos, costo-efectivos y exactos</li> <li>Puede detectar un nuevo infarto temprano</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de especificidad en el caso de enfermedad musculoesquelética o trauma, incluyendo cirugía</li> <li>Baja sensibilidad durante infarto agudo</li> </ol>	Estándar previo; permanece como prueba diagnóstica en la mayoría de las circunstancias clínicas

		del miocardio temprano (< 6 horas) o cuando han pasado más de 36 horas del inicio de los síntomas y en caso de daño miocárdico mínimo	
<b>Mioglobina</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta sensibilidad</li> <li>2. Útil en la detección temprana de infarto agudo del miocardio</li> <li>3. Detección de reperfusión</li> <li>4. Su mayor utilidad es descartar infarto agudo del miocardio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy baja especificidad en caso de lesión o enfermedad musculoesquelética concomitante</li> </ol>	No debe ser usada como marcador diagnóstico único por ausencia de especificidad cardíaca.

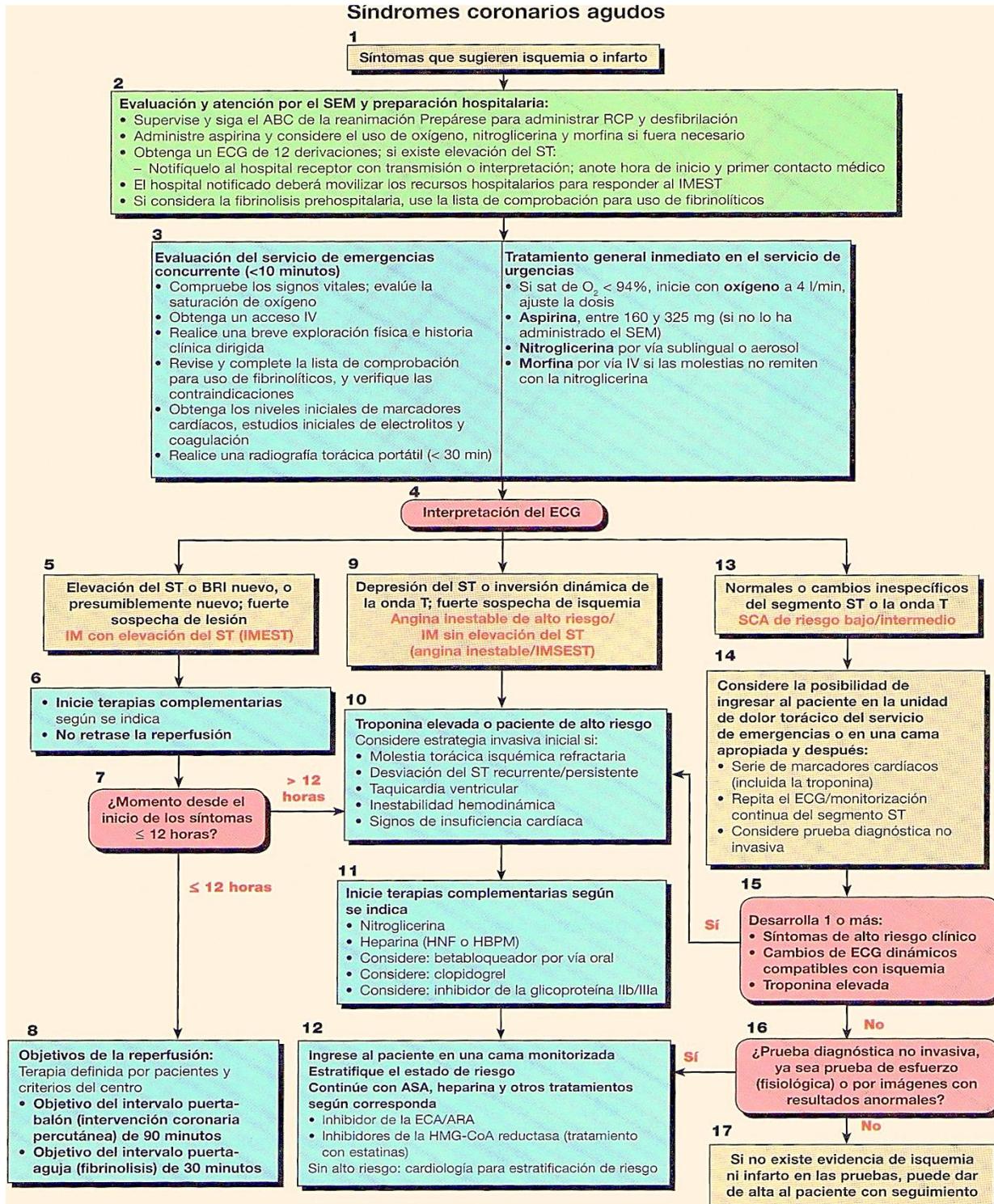
Tomada de: Fesmire FM Decker ww Dierks Db et al. Clinical policy: critical issues in the evaluation and managemeyt of adulk patients with non ST segment elevation acute coronary syndromes. Ann Emerg Med. 2006; 48:270-301.

### **Manejo del infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST.**

Esta investigación se centrara en el reconocimiento del infarto agudo del miocardio con elevación del ST (IMEST) utilizando el EKG de 12 derivadas, sin embargo, a continuación se añade el manejo del paciente con IMEST, propuesto por la AHA 2010, la SCC y las guías dadas por el Ministerio de Protección Social 2009, como material adicional.

El algoritmo de los síndromes coronarios agudos (figura 35) propuesto por la AHA en las guías del 2010, describe los pasos para evaluar y tratar a un paciente que presenta síntomas que sugieren un SCA. El personal del SEM en un ámbito extrahospitalario puede comenzar evaluaciones y acciones inmediatas. Estas incluyen la administración de oxígeno, aspirina, nitroglicerina y, morfina, si fuera necesario, así como la obtención de un ECG de 12 derivaciones inicial (cuadro 2). En función de los resultados del ECG, el profesional del SEM puede completar una lista de comprobación para el tratamiento fibrinolítico y notificar al servicio de emergencias receptor de un posible IAM-IMEST, cuando proceda (cuadro 3). Si los proveedores extrahospitalarios no pueden realizar estos pasos iniciales antes de que el paciente llegue al hospital, el personal del servicio de urgencias debe implementar este componente. El tratamiento posterior se produce tras la llegada al hospital del paciente. El personal de emergencias debe revisar el EKG de 12 derivaciones extrahospitalario, si está disponible. Si no se ha realizado, la adquisición de un ECG de 12 derivaciones debe ser prioritaria. El objetivo es analizar el EKG de 12 derivaciones en el plazo de 10 minutos desde la llegada del paciente al servicio de urgencias (cuadro 4). El personal del hospital debe categorizar a los pacientes en 1 de los 3 grupos de acuerdo con el análisis del segmento ST o a presencia de bloqueo de la rama izquierda (BRI) en el EKG de 12 derivaciones.

Figura 35. . Algoritmo de los síndromes coronarios agudos



Tomado de (Sinz, Navarro, & Soderberg, 2010, p. 94)

***Aplicación del algoritmo de SCA.***

Los cuadros del algoritmo guían en la evaluación y el tratamiento; los cuales se resumen así:

- Identificación de molestias torácicas indicativas de isquemia (cuadro 1)
- Evaluación, atención y traslado por el SEM y notificación antes de la llegada al hospital (cuadro 2)
- Evaluación y tratamiento inmediato en el servicio de urgencias (cuadro 3)
- Clasificación de los pacientes según el análisis del segmento ST (cuadros 5,9 y 13)
- Tratamiento del IMEST (cuadros 5 al 8)
- Tratamiento del IMSEST/ANGINA INESTABLE (cuadros 9 al 12)
- Tratamiento de SCA de riesgo bajo/intermedio (cuadros 13 al 17)

***Recomendaciones de cuidados prehospitalario, de urgencia y estratificación de riesgo.***

“El objetivo primordial es limitar la extensión del daño miocárdico, así como la prevención de arritmias fatales y shock cardiogénico (Ministerio de Protección Social, 2009, p. 326).

“La estratificación, útil para detectar pacientes de alto riesgo que se benefician con terapias más efectivas” (Ministerio de Protección Social, 2009, p. 328 - 329). Aunque los tratamientos publicados están reservados, en su mayoría para la sala de urgencias, existen intervenciones que se pueden hacer prehospitalariamente, las cuales serían de mucho beneficio para remitir a la víctima del evento coronario al centro hospitalario con un apropiado nivel de atención y brindándole un adecuado soporte vital.

En un enfoque inicial, la (Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, 2010) agrupa el paciente con manifestación de evento coronario en tres grupos de posibles diagnósticos:

- Síndrome coronario coronario agudo que agrupa: infarto agudo del miocardio con elevación del ST, infarto agudo del miocardio sin elevación del ST y angina inestable.
- Causas cardíacas diferentes: pericarditis, disección de aorta, estenosis valvular aórtica, insuficiencia aórtica, miocardiopatía hipertrófica, miocarditis y prolapso de válvula mitral.
- Causas no cardíacas: tromboembolismo pulmonar, neumonía, neumotórax, enfermedades gastrointestinales (espasmo esofágico, úlcera péptica), enfermedades músculo-esqueléticas (costocondritis, herpes zoster, trauma) y psiquiátricas.

Luego, manifiesta:

A todo paciente que consulte al servicio de urgencias con síntomas de dolor torácico que sugieran enfermedad coronaria, se le hace un electrocardiograma el cual se interpretará en un tiempo menor a diez minutos (Recomendación clase I, nivel de evidencia B). Es importante recordar que un electrocardiograma normal no descarta la presencia de síndrome coronario agudo, pero sí orienta a su manejo (p. 149)

Las acciones a realizar para apoyar la impresión inicial en su orden serían:

1. Historia clínica, examen físico y ECG de 12 derivaciones en los 10 primeros minutos.
2. Acceso intravenoso, oxígeno y monitoreo continuo de ECG para detección temprana de arritmias fatales.
3. Si el ECG inicial es normal, deben hacerse tomas repetidas si el cuadro clínico hace sospechar infarto agudo del miocardio (uno cada 10 minutos hasta que desaparezca el dolor o tomado en 3 ocasiones).

Las siguientes son acciones de tipo intrahospitalario, pero siguiendo la secuencia:

4. Toma de muestra para marcadores cardiacos y exámenes paraclínicos iniciales (cuadro hemático, tiempo de protrombina (PT), tiempo de tromboplastina (PTT), glucemia, creatinina, sodio, potasio y CPK total y mb.
5. Solicitar radiografía de tórax, cuyo resultado no debe retardar el inicio de la reperfusión.
6. Si hay dudas en el diagnóstico, obtener un ECG bidimensional o imágenes de perfusión miocárdica con radioisótopos (isonitrilos), para decidir la conducta.
7. En caso de paro cardíaco, este debe tratarse de acuerdo con las guías diseñadas para tal efecto.

#### ***Medicamentos de uso rutinario en fases tempranas.***

Las siguientes terapias farmacológicas están basadas en las guías propuestas por él (Ministerio de Protección Social, 2009).

#### ***Ácido acetilsalicílico.***

Varios estudios demuestran la eficacia del ácido acetilsalicílico (ASA o aspirina) para el tratamiento del infarto agudo del miocardio, con disminución del 23% en la mortalidad a 35 días. Cuando se combina con estreptocinasa, la reducción de la mortalidad es de 42%. La aspirina reduce la reoclusión coronaria y los eventos isquémicos recurrentes después de la terapia trombolítica con estreptocinasa o alteplasa.

Contraindicaciones: no debe administrarse a pacientes con hipersensibilidad, úlcera péptica sangrante, discrasia sanguínea o enfermedad hepática grave. La dosis oral recomendada es de 160 a 325 mg cada día, dados tan pronto como sea posible.

La administración de clopidrogel se puede iniciar por vía oral, con una dosis de carga de 300 mg seguida de 75 mg al día, que, asociada al uso de aspirina, ayuda a disminuir la mortalidad. Está indicada en pacientes que van a ser reperfundidos tanto por métodos percutáneos como por trombólisis intravenosa.

#### *Nitroglicerina.*

Se indica para pacientes con dolor torácico activo o para aquellos con congestión pulmonar. Puede administrarse por vía intravenosa en infartos graves o complicados. La nitroglicerina está contraindicada para pacientes con hipotensión (presión arterial sistólica menor de 90 mm Hg), bradicardia grave (menos de 50 latidos por minuto) o taquicardia grave. Se inicia con dosis de 0,2 µg/kg por minuto y se titula lentamente hasta lograr el efecto deseado. Debe disminuirse la dosis o suspenderse si el paciente desarrolla hipotensión (menor de 90 mm Hg) o si la frecuencia cardíaca aumenta en más de 20 latidos sobre la frecuencia de base.

#### *β-bloqueadores.*

Dados por vía intravenosa, disminuyen de 4 a 3% el riesgo de morir por infarto agudo del miocardio a los 7 días. En pacientes que reciben tratamiento trombolítico concomitante, su administración reduce la incidencia de un nuevo infarto no fatal y la isquemia recurrente, y además, logra reducir la mortalidad si se da muy temprano (menos de 2 horas después del cuadro

agudo). También disminuye la penumbra isquémica y el riesgo de presentar arritmias potencialmente fatales.

Los más usados son el metoprolol y el atenolol, en dosis de 50 a 100 mg al día y pueden continuarse en forma prolongada. Las contraindicaciones relativas son: frecuencia cardíaca menor de 60 por minuto, presión arterial sistólica menor de 100 mm Hg, falla cardíaca moderada a grave, signos de hipoperfusión periférica, intervalo PR mayor de 240 segundos, bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado, enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave, antecedentes de asma bronquial, enfermedad arterial periférica grave y diabetes mellitus insulino dependiente.

*Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA).*

Deben administrarse a pacientes que tienen deterioro de su fracción de eyección o que han experimentado falla cardíaca en la fase temprana. Iniciados desde el primer día, reducen la mortalidad en las próximas 4 a 6 semanas en forma modesta, pero significativa. Una revisión sistemática de estudios con IECA tempranos indica que esta terapia es segura, bien tolerada y lleva también a reducción moderada en la mortalidad a 30 días; el principal beneficio se obtiene en la primera semana.

*Antagonistas de los receptores de angiotensina (ARA).*

Si un paciente tiene indicación de la administración de IECA, pero presenta intolerancia a estos, se le debe iniciar un ARA.

*Medicamentos antiarrítmicos.*

La lidocaína puede reducir la incidencia de fibrilación ventricular en la fase aguda del infarto, pero también aumenta significativamente el riesgo de asistolia. Su uso es profiláctico; por tanto, no está recomendado.

*Calcioantagonistas.*

No se deben usar en forma profiláctica en la fase aguda del infarto, debido a que no se ha demostrado su efecto protector.

*Magnesio.*

Tampoco se recomienda su uso rutinario, pues no se ha confirmado que otorgue un beneficio significativo.

*Alivio del dolor, disnea y ansiedad.*

Es de vital importancia, pues la activación simpática que producen causa vasoconstricción e incremento del trabajo cardíaco. Los opiáceos intravenosos (morfina o meperidina) son los analgésicos más usados, en dosis únicas o repetidas. Sus efectos secundarios incluyen náuseas, bradicardia y depresión respiratoria. Usualmente, la hipotensión y la bradicardia responden a su antagonista, naloxona (0,4 a 2 mg, intravenosa), la cual debe siempre tenerse a mano.

Se debe administrar oxígeno por cánula nasal a todos, pero principalmente a aquellos pacientes con saturación arterial de oxígeno menor de 90% o con congestión pulmonar. En ocasiones, se hace necesario agregar benzodiazepinas, pero generalmente los opiáceos son suficientes para tranquilizar al paciente.

*Restauración del flujo coronario y la perfusión tisular miocárdica.*

En pacientes con infarto agudo del miocardio y elevación persistente del ST o bloqueo reciente de rama izquierda, debe practicarse reperfusión temprana, farmacológica (trombólisis) o mecánica, a menos que existan contraindicaciones claras para ello.

*Tratamiento fibrinolítico (trombólisis).*

El beneficio con el tratamiento fibrinolítico es indiscutible, si se da en las primeras 12 horas a partir del inicio de los síntomas. Cuando se combina con aspirina, el beneficio adicional es enorme; se previenen, aproximadamente, 50 muertes por cada 1.000 pacientes. La mayor disminución de la mortalidad se obtiene en pacientes tratados en las dos primeras horas (44% vs. 20%), lo cual justifica, *inclusive, el uso de trombólisis prehospitalaria.*

*Riesgos de la fibrinólisis.*

Esta terapia se asocia con un pequeño, pero significativo exceso de 3,9 accidentes cerebrovasculares (ACV) más por cada 1.000 pacientes tratados, aproximadamente, riesgo que es más notable el primer día del tratamiento.

*Comparación de agentes fibrinolíticos.*

Comparada la administración de tromboplastina, acelerada con la de estreptocinasa más heparina intravenosa, resultó en 10 muertes menos por cada 1.000 pacientes tratados. Con esta última combinación, el riesgo de sangrado es mayor que con la sola estreptocinasa.

*Indicaciones.*

A menos que haya contraindicaciones, los pacientes con infarto agudo del miocardio deben recibir aspirina y tratamiento trombolítico con el mínimo retraso. A los pacientes con historia clínica de dolor torácico de menos de 12 horas de evolución, cuyo ECG muestre elevación del ST o bloqueo reciente de rama izquierda, pero sin dolor en el momento de la valoración, se les debe practicar fibrinólisis, sobre todo si no hay disponibilidad de reperfusión mecánica (coronariografía y angioplastia primaria). Lo mismo opera para los mayores de 75 años. El tratamiento fibrinolítico no debe aplicarse a pacientes cuyo infarto haya transcurrido por más de 12 horas, a menos que se demuestre isquemia activa o angina repetitiva.

*Contraindicaciones absolutas de la terapia fibrinolítica:*

- ACV hemorrágico previo o de origen no conocido, en cualquier momento
- ACV trombótico en los últimos seis meses
- Alteración del sistema nervioso central o neoplasias
- Trauma o cirugía craneana reciente (últimas tres semanas)
- Sangrado gastrointestinal durante el último mes
- Trastorno de la coagulación conocido
- Disección aórtica (aneurisma disecante)

*Contraindicaciones relativas de la terapia fibrinolítica:*

- ACV isquémico transitorio en los 6 meses previos
- Tratamiento con anticoagulantes orales
- Embarazo o un mes posparto

- Punciones en sitios no compresibles
- Reanimación traumática
- Hipertensión refractaria (mayor de 180 mm Hg)
- Enfermedad hepática avanzada
- Endocarditis infecciosa
- Úlcera péptica activa

Tomad de Hazinski M, Cummins RO, Field JM. Manual de Atención Cardiovascular de Urgencia para el Equipo de Salud. 2a edición. USA. American Heart Association. 2005

Tabla 9. Tratamientos fibrinolíticos

Medicamento	Tratamiento inicial	Coterapia	Contraindicación
<b>Estreptocinasa</b>	1,5 millones de unidades en 100 ml de DAD 5% o SSN en 30 a 60 minutos, intravenosa  15 mg, intravenosa, en bolo; 0,75 mg/kg intravenosa en 30 minutos; 0,5 mg/kg intravenosa en 60 minutos. La dosis total no debe exceder los 100 mg	Ninguna o heparina intravenosa por 24 a 48 horas	Administración previa de estreptocinasa
<b>Actilyse (t-PA)</b>	15 mg, intravenosa, en bolo; 0,75 mg/kg intravenosa en 30 minutos; 0,5 mg/kg intravenosa en 60 minutos. La	Heparina intravenosa por 24 a 48 horas	Heparina intravenosa por 24 a 48 horas

	dosis total no debe exceder los 100 mg.	
<b>Retepase (r-PA)</b>	Dos bolos de 10 U más 10 U dados con 30 minutos de diferencia	
<b>Tenecteplase (TNK-t-PA)</b>	Bolo intravenoso único: 30 mg si <60 kg; 35 mg si 60 a <70 kg; 40 mg si 70 a <80 kg; 45 mg si 80 a <90 kg; 50 mg si >90 kg.	Heparina intravenosa por 24 a 48 horas

DAD: dextrosa en agua destilada; SSN: solución salina normal

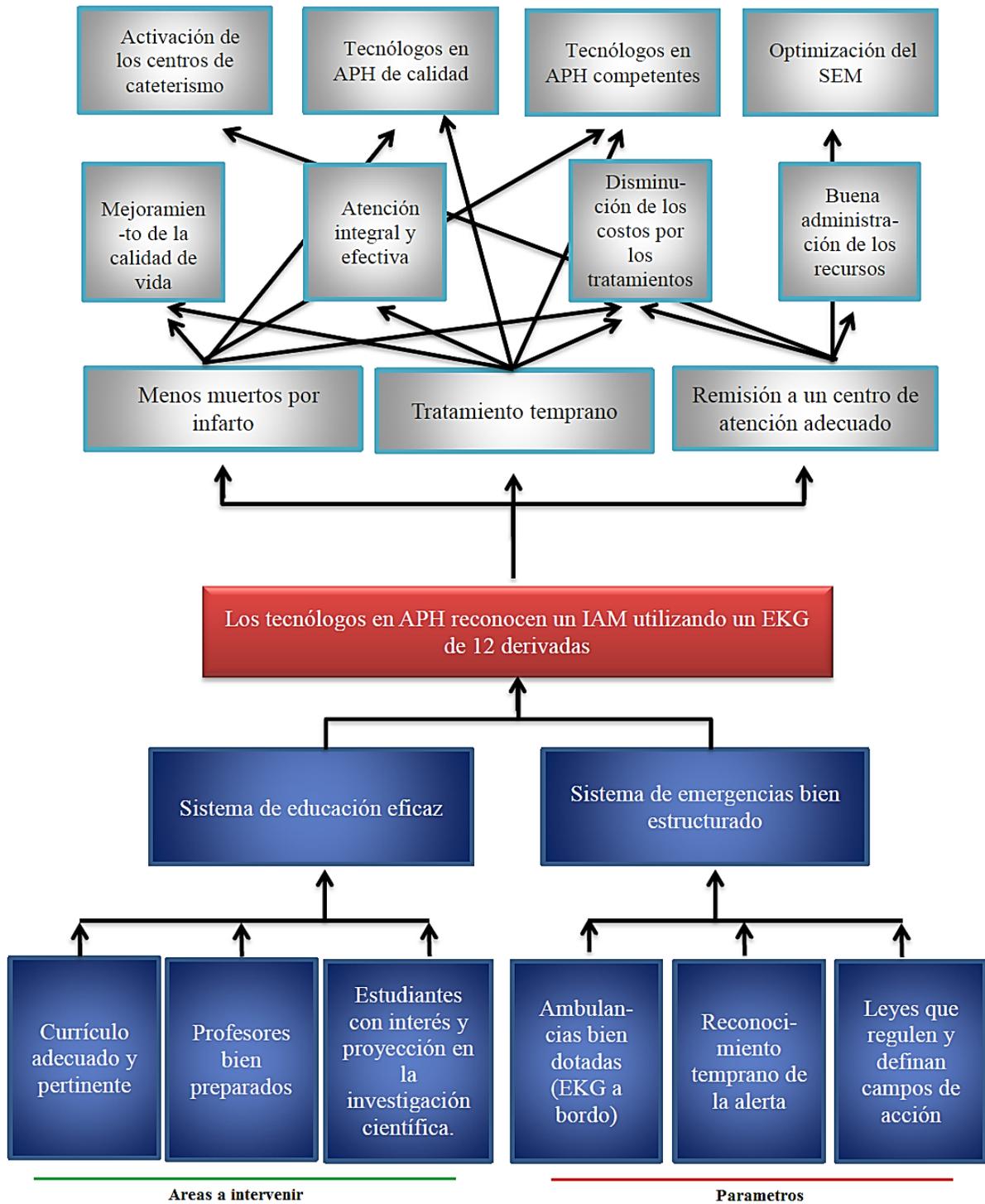
Tomado de: Hazinski M, Cummins RO, Field JM. Manual de Atención Cardiovascular de Urgencia para el Equipo de Salud. 2a Edición. USA. American Heart Association. 2005.

#### *Intervenciones coronarias percutáneas.*

Otra intervención meta para la revascularización son las intervenciones coronarias percutáneas, que durante las primeras horas del infarto pueden ser divididas en: intervención percutánea primaria, intervención percutánea primaria combinada con reperfusión farmacológica y, cuando esta última ha fallado, angioplastia de rescate. El análisis, las definiciones, comparaciones y características del tratamiento se convierten en un tema bastante complejo y extenso que se salen de los objetivos de este estudio.

Capítulo Tres – Diagnóstico o Análisis

Figura 36. Árbol de objetivos: medios – fines



El diagnóstico o análisis de ésta investigación está basado en el árbol de objetivos, el cual permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto, en donde el objetivo central del proyecto es que los tecnólogos en atención prehospitalaria reconozcan un infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST utilizando un EKG 12 derivadas (cuadro rojo) luego, es necesario hacerse una pregunta: ¿a través de que medios es posible alcanzar este fin? Respuesta que deben dar automáticamente los cuadros inmediatamente anteriores (cuadros azules). De estos medios se identifican los parámetros, que son aquellas causas del problema que no son modificables o influenciados por el proyecto, también se identifican las áreas de intervención que son medios sobre los cuales se puede intervenir para lograr el objetivo principal del proyecto.

Ahora la parte superior (cuadros grises) se identifica los “fines” que en una situación ideal son los desenlaces y los frutos de todo el trabajo esbozado en la parte inferior de la gráfica

## Capítulo Cuatro – Diseño metodológico

### Alcances del proyecto

El desarrollo conceptual de la investigación se centrara en:

Justificar el uso del electrocardiograma de manera prehospitalaria, citando estudios y referencias que sustentan esta manera de proceder. El desarrollo teórico, enfoca el reconocimiento del infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST (IAMEST), las características que lo evidencia en el electrocardiograma, su valores, su manera de interpretación, sin embargo, se añaden otros conceptos básicos de electrocardiografía, anatomía, y manejo médico que son necesarios y que complementan el sentido del estudio.

La investigación, enfocada al reconocimiento de IAMEST por medio del EKG, pretende alcanzar lo siguiente:

1. Demostrar con evidencia efectiva, las competencias de los tecnólogos en atención pre-hospitalaria de la ciudad de Medellín, fortaleciendo así el nacimiento y desarrollo sistema de emergencias médicas.
2. Enriquecer los alcances en los tratamientos y diagnósticos que deben conocer los tecnólogos en APH. Enriquecer el proceso de traslado y manejo de un paciente con dolor torácico, ir más allá de solo indagar su estado y “correr con él” al centro hospitalario más cercano.
3. Sugerir un estilo de atención, que dé al tecnólogo en APH, pruebas contundentes y soporte tangible para direccionar al paciente con dolor torácico a un centro que pueda

brindar las atenciones pertinentes, llámese, revascularización con fibrinólisis, intervención coronaria percutánea.

4. Dar a la Corporación Universitaria Adventista pruebas categóricas que la induzcan a recomendar a entes superiores la inclusión del electrocardiógrafo como equipo necesario en las ambulancias de transporte asistencial básico (TAB).
5. Proponer a la Corporación Universitaria Adventista pruebas categóricas que la induzcan a incluir la electrocardiografía como una competencia básica de los tecnólogos en atención prehospitalaria.

### **Limitaciones del proyecto**

Una de las principales limitaciones que enfrenta el estudio es la ubicación del personal para la realización de las encuestas. Para ubicarlos se utilizó una base de datos de todos los egresados de APH proporcionada por la universidad CES y UNAC, la cual mostraba la ubicación laboral de estos en la ciudad de Medellín, esta información posee algunos defectos siendo el principal, el pasivo proceso de actualización de estas bases de datos.

Los tecnólogos en particular también se muestran como una limitación para el grupo investigador, ya que por razones que aún son motivo de cuestionamientos, algunos se mostraban reacios a responder las encuestas y a participar del estudio, quizás por miedo a cuestionamientos o a sentirse evaluados.

Las entidad prestadora de los servicios prehospitalarios también se mostraron como una limitante, en algunos casos las de orden gubernamental en su mayoría no cuentan con este equipo (electrocardiógrafo), caso contrario de algunas del sector privado que si lo manejan como valor agregado a su servicio comercial, la diferencia radica en que los tecnólogos que laboran en una

institución en el que rutinariamente se realizan más EKG tendrán cierta ventaja en el reconocimiento del IAMEST respecto a otras personas que laboran en el sector público.

### **Metodología del proyecto**

El tipo de investigación que se aplica para el desarrollo de este trabajo es de tipo explorativo – descriptivo, puesto que pretende dar una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una realidad poco explorada y reconocida, sirviendo así para aumentar el grado de familiaridad con un fenómeno (EKG prehospitalario) relativamente desconocidos. De igual forma, brinda la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, sobre todo en una situación donde hay poca información.

De tipo descriptiva porque detalla de modo sistemático las características de la población, la situación en la que se encuentran y el área de interés que se pretende investigar. En este contexto el objetivo principal es describir situaciones y eventos, entendidas como la capacidad de los tecnólogos en APH para reconocer un IAMEST, y como, el lugar donde trabajan, los años de experiencia, las actualizaciones en EKG, la experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico, influye en este diagnóstico.

Este estudio es de enfoque cuantitativo ya que usa la recolección de datos para probar una hipótesis (capacidad de diagnóstico), con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y de protocolos de acción.

**Contexto geográfico.**

Medellín es la capital y mayor ciudad del departamento de Antioquia, en Colombia, y la segunda más poblada del país. Está situada en la región natural conocida como Valle de Aburrá, en la cordillera central de los Andes. Se extiende a orillas del río Medellín, que la recorre de sur a norte, y es el núcleo principal del área metropolitana del Valle de Aburrá. La ciudad tiene una población de 2.499.080 habitantes (2012) mientras que dicha cifra, incluyendo el área metropolitana, asciende a 3.544.703 personas (2010), convirtiéndola en la segunda aglomeración urbana de Colombia, y ocupa la posición 110 entre las más pobladas del mundo.

Medellín es la ciudad de referencia en Latinoamérica, así lo asegura Dan Restrepo, asesor del presidente de Estados Unidos, Barack Obama. La ciudad es sede de varios festivales, así mismo, se destaca en la actividad académica y científica por ser además, sede de algunas de las universidades colombianas más importantes. En 2013 la BBC mencionó a Medellín como la capital latinoamericana de la innovación y en el concurso por internet organizado por Citigroup y The Wall Street Journal obtuvo la mayor votación del público como la ciudad más innovadora del mundo en reconocimiento a las soluciones que le ha dado a sus diversos problemas, obteniendo un puntaje por encima de ciudades como Nueva York, Sao Paulo y Tel Aviv. (Botero, 1994)

En cuanto a infraestructura, la ciudad cuenta con 12 hospitales, 43 clínicas, 39 centros de salud y 5 puestos de salud. Además del servicio privado de salud, el servicio público de salud está a cargo de dos instituciones locales, la Secretaría de Salud y Metrosalud. En cada zona y comuna de la ciudad existe un centro médico oficial. No obstante, la demanda de servicios de urgencias en los hospitales públicos casi copa la oferta, por lo cual, si se presentase alguna calamidad masiva, habría que acudir a los servicios privados, situación que está por debajo de los estándares internacionales, que recomiendan mantener un 20% de extra-oferta de camas de urgencias sobre

el funcionamiento normal del sistema hospitalario público para atender posibles casos de calamidades masivas. Algunos de los principales centros hospitalarios de la ciudad son: Hospital Universitario San Vicente de Paúl, Hospital Pablo Tobón Uribe, Hospital General de Medellín, Clínica Cardiovascular Santa María, Clínica Las Américas, Clínica El Rosario, Clínica Universitaria Bolivariana, Clínica Medellín, Clínica León XIII, Clínica Las Vegas, Clínica Soma, Fundación Instituto Neurológico de Colombia entre varios más. (Medellín, 2003)

El Hospital Universitario San Vicente de Paúl, el Hospital Pablo Tobón Uribe y la Clínica Cardiovascular Santa María son pioneras en trasplantes de órganos, méritos que han tenido reconocimiento nacional e internacional. En Medellín se han marcado hitos en la historia de la medicina en Colombia como la creación del primer laboratorio de válvulas y banco de tejidos, los primeros trasplantes de corazón, pulmón, médula ósea, riñón, células madres e intestino. Se realizó el primer trasplante de hígado de Latinoamérica y a nivel mundial, el primero de tráquea y de esófago. (Medellín, 2003)

### **Dinámica de aplicación.**

Las actividades de recolección de datos que se llevaron a cabo en los distintos grupos de atención de emergencias de la ciudad de Medellín aunque en el estudio participaron tecnólogos en APH con sede en otros municipios del valle de aburrá, pero estos fueron evaluados dentro de la jurisdicción metropolitana. La dinámica consistía en ir a la base de estos grupos y aplicarles el instrumento, pero en la mayoría de los casos no se encontraban. Utilizando otro recurso, se evaluaban a los APH al llevar un paciente a un centro hospitalario más específicamente a la clínica SOMA, aquí el docente asesor del proyecto abordaba al tecnólogo y realizaban la

encuesta. También se ubicaba a las personas en su lugar de trabajo o en el lugar donde estuvieran realizando algún servicio médico.

La población objeto de estudio serán los tecnólogos en atención prehospitalaria graduados, o los que se encuentren realizando las prácticas en su último semestre de estudios (6° semestre), después de cruzar las bases de datos de las dos instituciones que ofrecen este programa , y de compararlas con los tecnólogos que laboran en las principales entidades públicas y privadas que brindan el servicio de atención prehospitalaria y traslados asistenciales se obtuvo una población 150 APH que laboran en Medellín, luego utilizando un programa estadístico se determinó una muestra de 109, con un margen de error del 5%, un nivel de confianza del 95%. Estas actividades tendrán lugar del 1 de agosto al 7 de octubre, se utilizaran encuestas las cuales se describen a continuación:

***Instructivo para el desarrollo de la encuesta.***

***Objetivo de la Prueba.***

El principal objetivo de este instrumento es determinar la capacidad de los tecnólogos en atención prehospitalaria de la ciudad de Medellín para reconocer un infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, utilizando un electrocardiograma de doce derivaciones. Los resultados de esta prueba permitirán a la comunidad de atención prehospitalaria tener evidencia y soporte escrito que justifique la utilización del EKG prehospitalario. Además permitirá a la Corporación Universitaria Adventista recomendar y a entes territoriales la inclusión de este componente como una competencia básica de los tecnólogos en atención prehospitalaria.

*Características de la prueba.*

Las preguntas serán de selección múltiple con única respuesta; existen dos tipos distintos de pruebas, para evitar su sesgo.

Las competencias básicas aquí evaluadas serán:

Tabla 10. Competencias a evaluar en la prueba

Área	Competencia
<b>Semiología</b>	Reconocimiento de signos y síntomas
<b>Emergencias medicas</b>	Electrocardiografía básica

*Etapas de la prueba.*

La prueba está diseñada para realizarse en tres etapas:

- Primera etapa: el propósito de esta es recoger información sobre el contexto sociodemográfico de los Tecnólogos en Atención Prehospitalaria y los contextos de trabajo.
- Segunda etapa: luego de haber desarrollado la primera etapa, el participante entrara en un proceso de contextualización de una escena prehospitalaria ilustrado mediante un caso clínico, en el que se manifestaran algunos signos y síntomas de una posible víctima de un síndrome coronario agudo.
- Tercera etapa: esta es por decir la parte más importante de la prueba, en la que el tecnólogo hará uso de sus conocimientos y competencias en electrocardiografía para reconocer un infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST. De tres electros propuestos el participante elegirá con una “X” el que represente correctamente esta patología cardiaca.

A continuación se le pide a los encuestados datos sociodemográficos, que además constituyen las variables del estudio.

Edad: _____ Sexo: (M/F) _____ Marcar con una X la opción correspondiente.						
Años de experiencia	Entre 1 y 5 <input type="radio"/>		Entre 6 y 10 <input type="radio"/>		Más de 10 <input type="radio"/>	
Empresa donde trabaja	Pública <input type="radio"/>			Privada <input type="radio"/>		
Tiene experiencia en el manejo del paciente con dolor torácica.	Si <input type="radio"/>			No <input type="radio"/>		
Ha recibido actualización sobre interpretación de EKG de doce derivaciones.	Si <input type="radio"/>			No <input type="radio"/>		
Hace cuanto recibió la última actualización	<1 año <input type="radio"/>	1 año <input type="radio"/>	2 años <input type="radio"/>	3 años <input type="radio"/>	4 años <input type="radio"/>	> a 5 años <input type="radio"/>
Ambiente en el cual labora	Ambulancia básica.			<input type="radio"/>		
	Ambulancia medicalizada.			<input type="radio"/>		
	Bomberos.			<input type="radio"/>		
	Radio operador.			<input type="radio"/>		
	Intrahospitalario.			<input type="radio"/>		
	Salvamento y rescate.			<input type="radio"/>		

Posteriormente se presenta un breve caso clínico para contextualizar a la persona:

Usted responde a una urgencia. Paciente con dolor torácico irradiado a brazo izquierdo y mandíbula, agitado, ansioso, con el puño en el tórax; presenta taquicardia. Tiempo transcurrido desde el inicio del dolor 10 minutos. Ante este caso se le hace un EKG de 12 derivaciones. En caso de ser efectivamente un IAM con elevación del segmento ST. ¿Cuál de los siguientes EKG asegura usted que es el correcto para esta cardiopatía?

Seguidamente el APH tiene la posibilidad de escoger el electrocardiograma que corresponde a este tipo de patología. El grupo investigador construyó 3 tipos distintos de encuestas para evitar la copia, pero estas solo difieren en los electros y el orden en el que está ubicado el EKG poseedor del IAMEST. Estos fueron los electros seleccionados.

Figura 37. . Encuesta 1. HTV izquierda

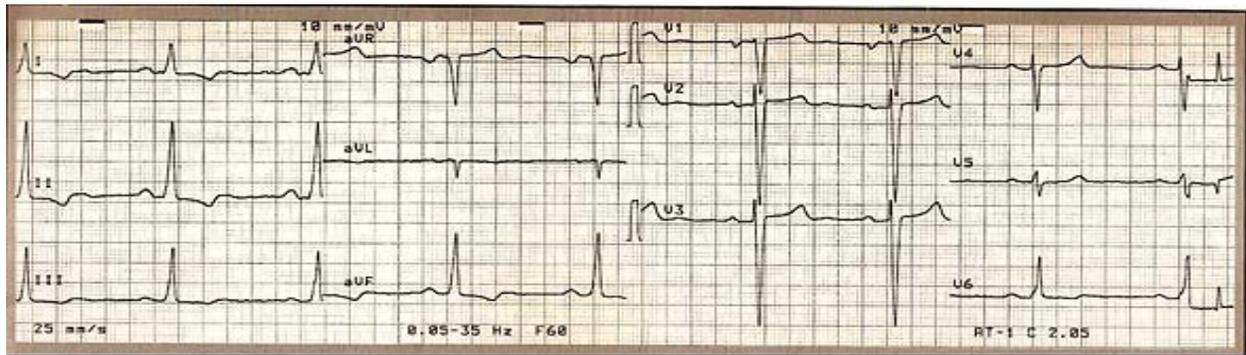


Figura 38. Ekg normal

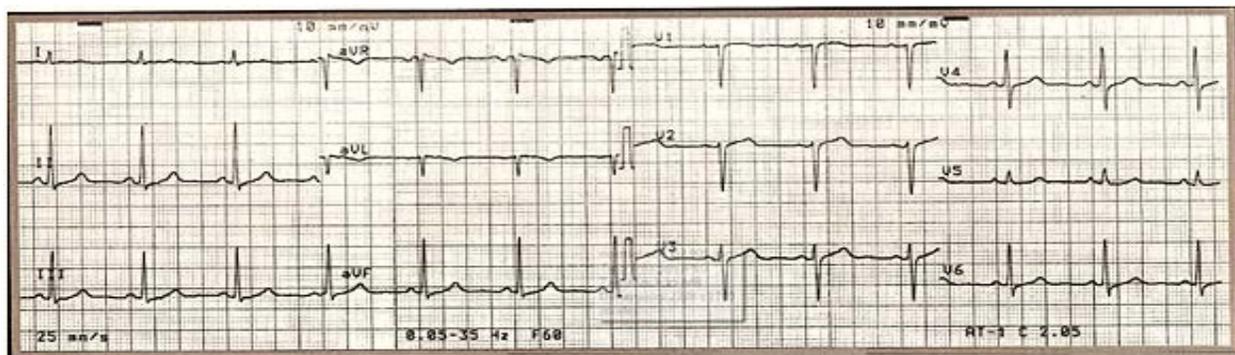


Figura 39. IAMEST

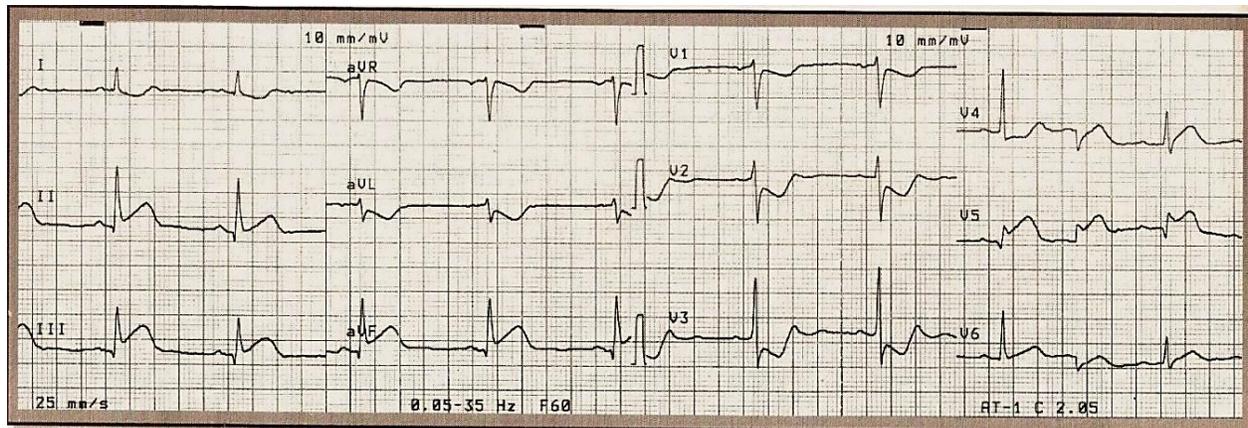


Figura 40. Encuesta número 2. Taquicardia sinusal

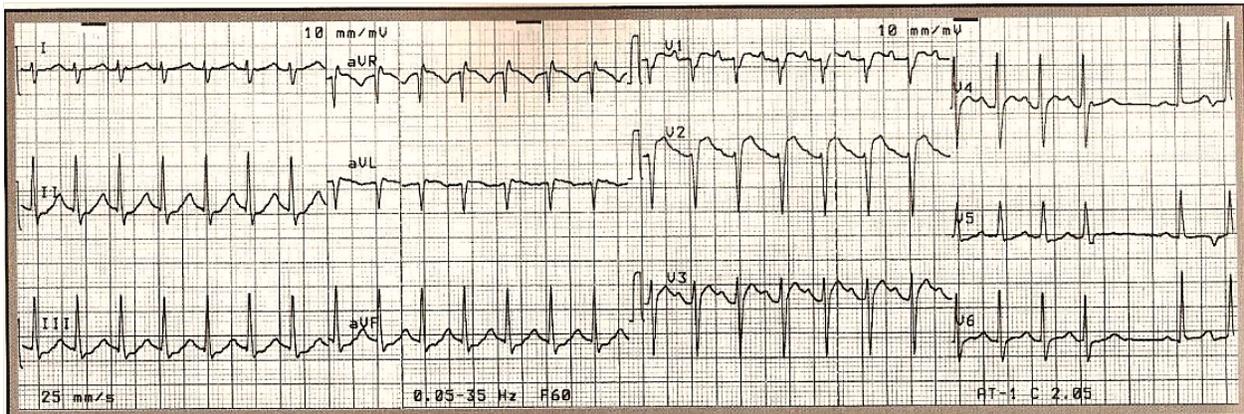


Figura 41. IAMEST

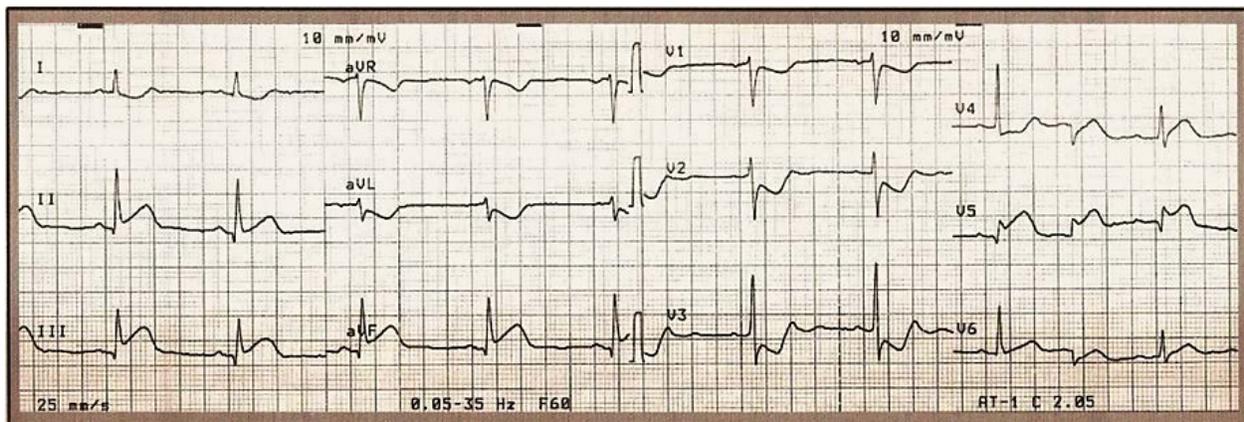


Figura 42. Ekg mal tomado

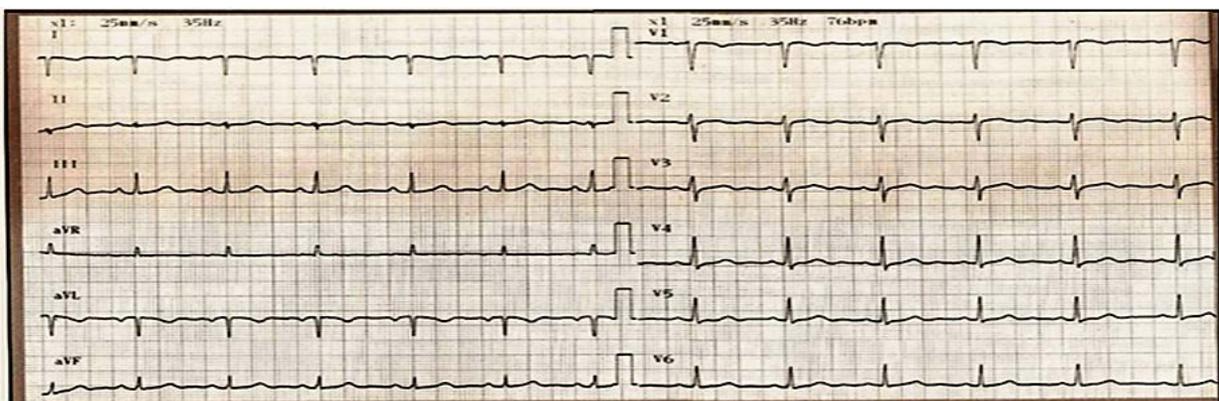


Figura 43. Encuesta 3. IAMEST

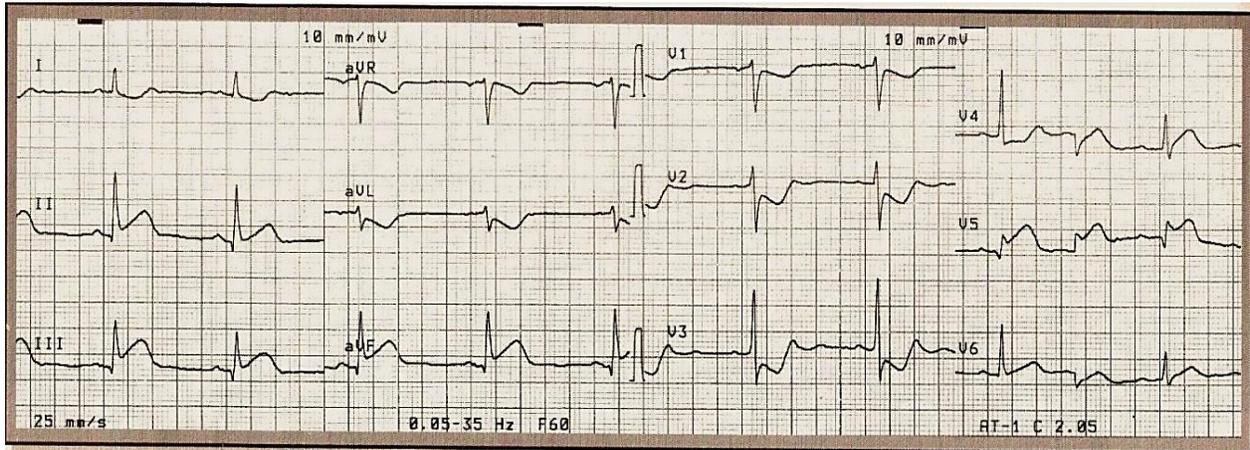


Figura 44. Extra sístole

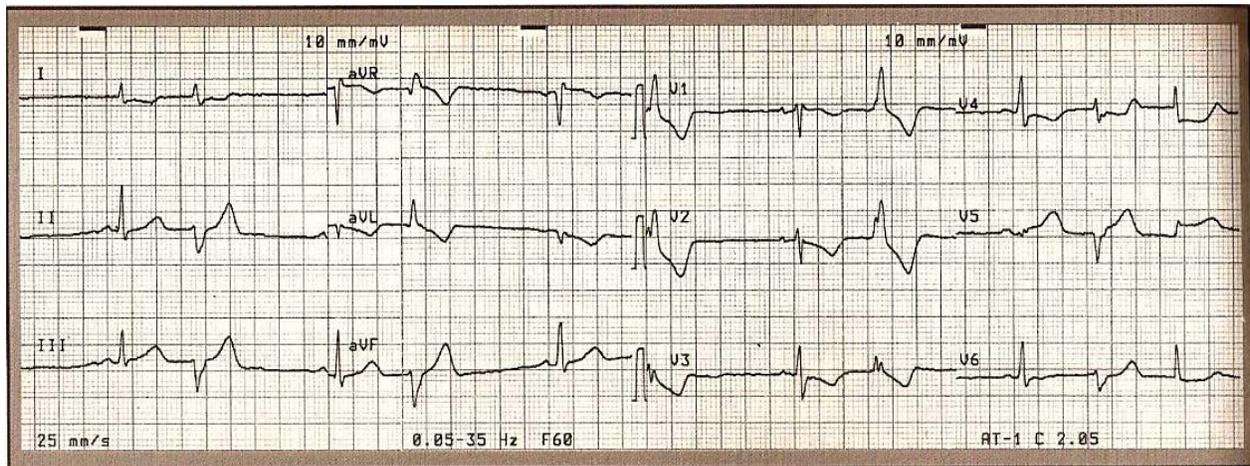
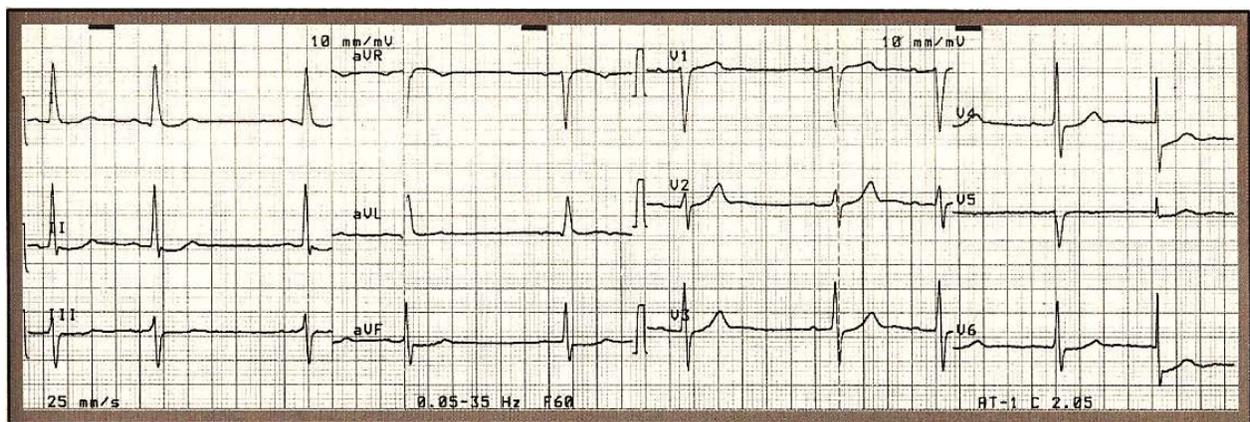


Figura 45. Arritmia sinusal



**Plan de trabajo.**

Tabla 11. Plan de trabajo

<b>Objetivo:</b> Revisar las características, objetivos, metas de la investigación. Mostrar al asesor la propuesta de investigación y asignar actividades
<b>Lugar:</b> Sala 3 biblioteca UNAC
<b>Responsables:</b> Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno
<b>Fecha y hora:</b> 06/08/2013; 09:00-10:30
<b>Actividad:</b> Después de haber presentado y debatido sobre el proyecto se decidió construir tres tipos de encuestas, donde cada electrocardiograma sea diferente excepto el que presente al elevación del segmento ST, los otros electro que manifiesten algún tipo de patología, error y uno que este normal. Se hizo énfasis en la importancia de las resoluciones de las imágenes, que fueran claras y nítidas, de buena calidad. Se evaluó la estructura de los cuatro primeros capítulos que ya estaban realizados y se dejan actividades de mejoramiento sobre todo en el marco legal, algunas en el marco teórico, la realización de nuevas encuestas y la visita al 123.
<b>Objetivo: revisar tareas dejadas</b>
<b>Lugar:</b> sala 4 biblioteca UNAC
<b>Responsables:</b> Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno
<b>Fecha y hora:</b> 06/08/2013 – 09:00 a 10:00
Se muestran los avance, marco teórico, decidiendo tomas como base lo expresado en las guías y libros de electrocardiografía de la sociedad colombiana de cardiología y cirugía cardiovascular. Se miraron los modelos de encuestas y los electros facilitados por el asesor, el Dr. Tirado, en

orden los electros de las encuestas quedaron de la siguiente manera:

Encuesta #1. 1. Hipertrofia ventricular izquierda, 2. Un ekg Norma, 3. IAMEST

Encuesta #2: 1.Taquicardia sinusal, 2.IAMEST, 3 EKG mal tomado

Encuesta #3: 1.IAMEST, 2. Extrasístole, 3.Arritmia sinusal.

El asesor del proyecto, firmo y aprobó las modificaciones de las 3 nuevas encuestas. Se presentan dificultades con el marco legal y se decide buscar referencia internacionalmente. Se planea la visita al 123 para la aplicación de las encuestas para el 20 de agosto del 2013 y el Dr. Tirado se lleva encuestas para clínica SOMA para aplicarlas a los tecnólogos que le entregan paciente.

**Objetivo: aplicación de encuestas en la base y en el centro de referencia del 123**

**Lugar:** Bus-center S.A.S, Cll 71 Kr 65 – 150, base del 123 y en el centro de regulación

**Responsables:** Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno

**Fecha y hora:** 20/08/2013

**Actividad:** se hizo presencia en metro-salud base y 123 referencia, donde se realizaron encuestas con éxito, aunque por falta de personal se decidió dejar unas de estas para su realización en el turno siguientes a cargo de Jennifer, se realiza firma de actas.

**Objetivo: revisión marco teórico**

**Lugar:** sala 2 UNAC

**Responsables:** Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno

**Fecha y hora:** 27/08/2013, 10:00 – 11:30

**Actividad:** luego de revisar el marco teórico y realizar algunas modificaciones se aprobó. Se plantea entonces enfocarse en el marco legal, ya que por la poca reglamentación en Colombia se

hace difícil su construcción. Se entregan encuestas realizadas por parte del Dr. Tirado y se planea visitar a EMI, y aplicar encuestas a personal de SUSMEDICA y HOMEGROUP.

**Objetivo: recolección de encuestas**

**Lugar:** Metro salud base y regulación 123

**Responsables:** Dr. Jaime A. Tirado, Est. Manuela Moreno

**Fecha y hora:** 02/09/2013 – 10:00 11:30

**Actividad:** el Dr. Tirado se dirigió al centro de regulación del 123 a recoger las encuestas que se habían dejado para su realización y manuela moreno fue a la base donde recolecto las que se habían realizado y dejo otras que aún no.

**Objetivo: realización de encuestas**

**Lugar:** EMI, SEM, SUMEDICAS, HOMEGROU, 123

**Responsables:** Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno

**Fecha y hora:** del 9 al 20 de septiembre del 2013

**Actividad:** lo complicado de esta etapa fue ubicarlos a los APH, encontrarlos en sus lugares de “flotación” y que accedieran a realizar la encuesta.

En los tecnólogos de Homegroup no se pudo, ellos generalmente se encuentran en SURA de CC. Molinos, pero por tiempo no se pudo, los de SEM realizaron al reunión antes del día que estaba planeada (15 de septiembre) y tampoco se pudo. Se logró recolectar información con buenos resultados en los APH de SUSMEDICAS ubicados en Cl. Salud total San diego, donde “flotan”, y en EMI con algunos inconvenientes de tipo logístico pero se logró recolectar buena información.

**Objetivo: Revisar el contenido del capítulo 1, 2, 3 y 4**

<b>Lugar:</b> clínica SOMA
<b>Responsables:</b> Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar Gamarra
<b>Fecha y hora:</b> 12/09/2013 – 17:00 a 17: 20
<b>Actividad:</b> ante lo extenso de la revisión el Dr. Tirado propone que él se lleva el contenido de los 4 capítulos, los revisa para luego mostrarlos al asesor metodológico y vía correo email responde y hace sugerencias. Se estudia la posibilidad de solicitar al asesor metodológico la inclusión de los estudiantes de 6º semestre de la UNAC y CES, ante la falta de tecnólogos en APH “disponibles y dispuestos”.
<b>Objetivo:</b> realización de encuestas en los estudiantes de APH 6º semestre UNAC
<b>Lugar:</b> salón 201 Bolívar Rave, UNAC
<b>Responsables:</b> Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno
<b>Fecha y hora:</b> 25/09/2013 – 14:00 a 14:30
<b>Actividad:</b> luego que el asesor metodológico aprobara la inclusión de los estudiantes de 6º semestre en el estudio, se aplica el instrumento en estos con éxito, llevando hasta el momento 80 encuestados.
<b>Objetivo:</b> pedir autorización en coordinación de la universidad CES para aplicar la encuesta a estudiantes de 6º semestre APH.
<b>Lugar:</b> Universidad CES
<b>Responsables:</b> Dr. Jaime A. Tirado, Est. Óscar gamarra, Est. Manuela Moreno
<b>Fecha y hora:</b> 02/10/2013 – 09:30 a 11:00
<b>Actividad:</b> Se llevó la carta con la solicitud a la Dr. María Eugenia Jaramillo, se le explico el objetivo, la metodología y la información que pedía la encuesta. A la cual ella respondió

diciendo que no había ningún problema, la única dificultad – manifestó – es que los estudiantes de 6<sup>to</sup> se reunían solo 3 veces en el semestre y la última reunión estaba programada para el 18 de noviembre, fecha en la cual el proyecto debe estar aprobado y listo, entonces por esa razón no se podía aplicar el instrumento.

**Objetivo:** Aplicar la encuesta a los estudiantes de la universidad CES

**Lugar :** Universidad CES

**Responsables:** Est. Óscar Gamarra

**Fecha y hora:** 04/10/2013 – 09:30 a 10:25

**Actividad:** el 04/10/2013 la Dra. María Eugenia Jaramillo, se comunicó con la facultad diciendo que habían programado una reunión con los estudiantes de 6to semestre para el lunes 14 de octubre, fecha en la cual el grupo investigador se desplazó a la universidad CES y recolectó la información satisfactoriamente. Ya completada la cantidad de encuesta necesaria empieza el proceso de análisis de la información, utilizando el programa PSPP.

**Presupuesto.**

Tabla 12. Gastos generales

<b>Categoría</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Investigadores titulares</b>	20.225	80	16180 00

Tabla 13. Discriminación del presupuesto

<b>Categoría</b>	<b>Valor unitario por asesorías</b>	<b>Asesorías</b>	<b>Total</b>
<b>Asesor temático</b>	28.318	16	169.908
<b>Asesor metodológico</b>	30.496	16	600.000
<b>Total</b>		32	769.908

Tabla 14. Materiales y equipamiento

<b>Concepto</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Simulacros de Encuesta</b>	300	50	15.000
<b>Encuestas reales</b>	300	150	45.000
<b>Impresión de proyecto</b>	20000	2	40.000
<b>Empastada del proyecto</b>	18000	2	36.000
<b>Grabación digital del proyecto CD</b>	1.000	2	2.000
<b>Total</b>			138.000

Tabla 15. Transporte y gastos insensibles

<b>Concepto</b>	<b>Valor unitario</b> \$	<b>Números de desplazamientos</b>	<b>Total</b>
<b>Trasporte</b>	1.700	28	47.600
<b>Alimentación</b>	6.500	7	45.500
<b>Total</b>			93.100

Tabla 16. Resumen General de gastos

<i>Categoría</i>	<i>Valor</i>
Gastos investigadores	1.618.000
Gastos de asesoría	769.908
Materiales y equipamiento	138.000
Transporte y gastos insensibles	93.100
Total	2.619.008

### Capítulo cinco – Resultados y análisis

#### Descripción general de los resultados

Se evaluó la capacidad de reconocimiento del IAMEST por parte de los tecnólogos en APH utilizando un EKG de 12 derivadas, los resultados se analizaron con el programa estadístico PSPP, con una muestra de 109 personas, utilizando un margen error del 5%, un nivel de confianza del 95%. En la tabla 17, se aprecian las edades de los tecnólogos en atención prehospitalaria, con un promedio de 25 años, con edades mínimas de 19 y máximas de 38, lo que demuestra el corto recorrido del programa hasta el momento.

Tabla 17. . Edades de los tecnólogos en APH de la ciudad de Medellín

<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Válido</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<b>19</b>	7	6,42	6,42	6,42
<b>20</b>	13	11,93	11,93	18,35
<b>21</b>	11	10,09	10,09	28,44
<b>22</b>	9	8,26	8,26	36,70
<b>23</b>	10	9,17	9,17	45,87
<b>24</b>	7	6,42	6,42	52,29
<b>25</b>	11	10,09	10,09	62,39
<b>26</b>	9	8,26	8,26	70,64
<b>27</b>	7	6,42	6,42	77,06
<b>28</b>	4	3,67	3,67	80,73
<b>29</b>	3	2,75	2,75	83,49
<b>30</b>	1	,92	,92	84,40

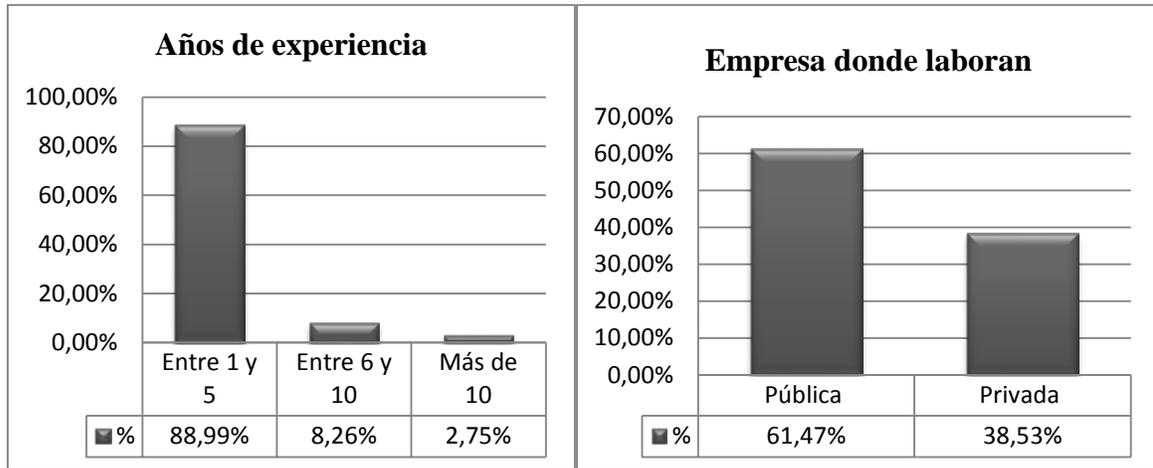
<b>31</b>	3	2,75	2,75	87,16
<b>32</b>	9	8,26	8,26	95,41
<b>33</b>	1	,92	,92	96,33
<b>34</b>	1	,92	,92	97,25
<b>36</b>	2	1,83	1,83	99,08
<b>38</b>	1	,92	,92	100,00
<b>Total</b>	109	100,0	100,0	

De igual manera se encontró, que por un valores estrechos, predomina el sexo femenino (54.13%) sobre el masculino (45.87%, tabla 18) en las personas encuestadas. En tiempo de experiencia el rango entre 1-5 años obtuvo un 88,99% con una frecuencia de 97, sien do el más alto en relación con los intervalos de 6-10 y más de 10 años, que obtuvieron 8,26% que equivale a una frecuencia de 9 y 2,75% que corresponde a una frecuencia de 3 encuestados respectivamente (figura 46). El área de mayor inclusión laboral es la pública con una frecuencia de 67 que corresponde al 61, 47%, frente a 42 personas que trabajan en empresas privadas lo que representa el 38, 53% de la muestra. Figura 46.

Tabla 18. . Distribución por género de los tecnólogos en APH

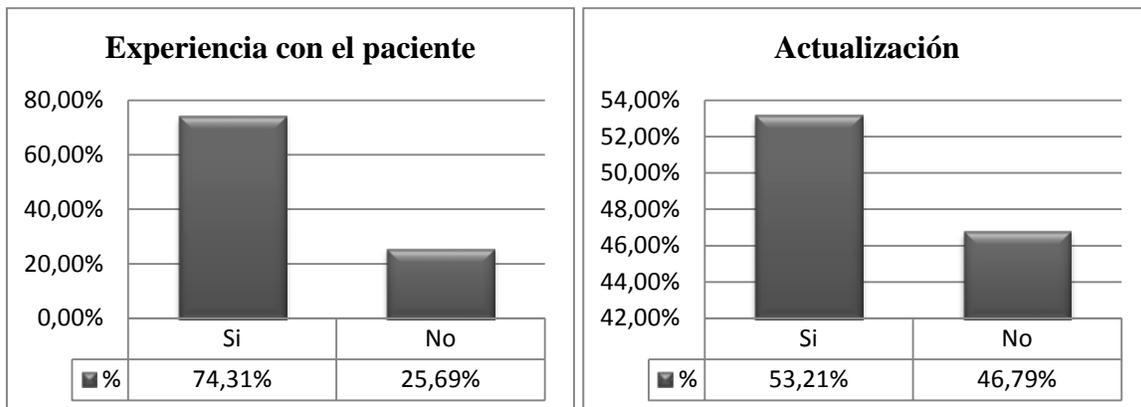
<i>Etiqueta de Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Válido</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<b>Masculino</b>	1	50	45,87	45,87	45,87
<b>Femenino</b>	2	59	54,13	54,13	100,00
<b>Total</b>		109	100,0	100,0	

Figura 46. Años de experiencia y empresa donde laboran los Tecnólogos en APH de la ciudad de Medellín



Frente a la variable “experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico” 81 (74%) encuestados alguna vez intervinieron o manejaron un paciente con dolor precordial lo que es bastante positivo o se espera que lo sea, al relacionarlo con la respuesta que darán al caso clínico (electros) que más adelante se expondrá. La variable que buscaba evaluar “si recibieron actualizaciones sobre electrocardiografía” no mostró gran diferencia estadística, el 53,21% de la población si recibió actualizaciones y 46,79% no recibió actualizaciones sobre EKG (figura 47).

Figura 47 . Experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico y actualización en EKG



En la tabla 19 se muestra los tiempos en que las personas hicieron las actualizaciones lo que debería convertirse en una variable proporcional al número de aciertos al caso clínico, es decir entre más reciente sea la actualización mejor será la respuesta o el reconocimiento del IAMEST. Los de mayor frecuencia fueron: los tiempos de “menos de un año con el 50% y “un año” con el 35%. En la tabla 20 se muestran los lugares o los ambientes donde trabajan los tecnólogos en atención prehospitalaria, contando con porcentajes más altos la ambulancia de transporte asistencial básico con un 48,60%, seguidas de los radio-operadores con un 20,56% luego le siguen en su orden las ambulancias de transporte asistencial medicalizado con un 12,15%, bomberos con un 11,21%, intrahospitalario 5,61% y con un porcentaje casi insignificante salvamento y rescate 1,87%.

Tabla 19. Hace cuanto recibió la actualización

<i>Etiqueta de Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Válido</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<b>Menos de un año</b>	0	30	27,52	50,00	50,00
<b>Un año</b>	1	21	19,27	35,00	85,00
<b>Dos años</b>	2	7	6,42	11,67	96,67
<b>Cuatro años</b>	4	1	0,92	1,67	98,33
<b>Más de 5 años</b>	5	1	0,92	1,67	100,00
<b>RT nula</b>	6	17	15,60	Perdidos	
<b>No recibió actualización</b>	7	32	29,36	Perdidos	
<b>Total</b>		109	100,0	100,0	

Tabla 20. Ambiente laboral

<i>Etiqueta de Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Válido</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<b>TAB</b>	0	52	47,71	48,60	48,60
<b>TAM</b>	1	13	11,93	12,15	60,75
<b>BOMBEROS</b>	2	12	11,01	11,21	71,96
<b>RADIO OPERADOR</b>	3	22	20,18	20,56	92,52
<b>INTRAHOSPITALARIO</b>	4	6	5,50	5,61	98,13
<b>SALVAMENTO Y RESCATE</b>	5	2	1,83	1,87	100,00
<b>RST_NULA</b>	9	2	1,83	Perdidos	
<b>Total</b>		109	100,0	100,0	

En el desarrollo de este proyecto investigativo se le plantea al Tecnólogo en APH un escenario en el cual un paciente presenta signos y síntomas de un síndrome coronario agudo, seguidamente se le proveen tres posibles electrocardiogramas, de los cuales debe escoger el que presente el infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST, luego de hacer su reconocimiento, tácitamente estaría informando al centro cardiovascular más cercano la pronta llegada de un paciente con la patología en cuestión, lo que representaría la activación del equipo de cateterismo o el laboratorio de hemodinamia en el caso de que existiera y fuera un protocolo establecido. De los casos de IAMEST (tabla 21), (109 casos planteados que equivalen a la muestra, es decir, a cada encuestado se le planteo un caso de IAMEST con diferentes electros), el 75,23% (82/109) fueron verdaderos positivos (VP), es decir, los tecnólogos en APH reconocieron correctamente el IAMEST cuando el paciente padecía esta enfermedad y en el caso hipotético, activaron el laboratorio de hemodinamia. En el caso contrario se presentó una tasa de 24,77% de falsos

negativos (FN), lo que significa que 27 de 109 encuestado a pesar de identificar en los signos y síntomas un paciente infartado, no reconoció el trazado electrocardiográfico e hipotéticamente activo incorrectamente el laboratorio de hemodinamia.

Tabla 21. Reconocimiento del IAMEST

<i>Etiqueta de Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Válido</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<b>Correcto</b>	1	82	75,23	75,23	75,23
<b>Incorrecto</b>	2	27	24,77	24,77	100,00
<b>Total</b>		109	100,0	100,0	

### **Comprobación de hipótesis.**

El estudio también plantea una serie de hipótesis. Como pregunta inicial ¿Qué influyó o intervino en el acierto o el desacierto del reconocimiento del IAMEST en los electrocardiogramas propuestos?

Este proceso se hizo mediante las tablas de contingencia, estas se utilizan para descubrir relaciones entre variables. Para hacer estas inferencias, se tiene en cuenta el estadístico chi-cuadrado, principalmente.

Las hipótesis a probar son:

Ho: Las variables son independientes o no es afectada por la realidad comparada

Hi: Las variables son dependientes o se ve afectada por la realidad comparada

Si la sig. (Significancia) es  $> 0.05$  se acepta Ho, (es decir las variables son independientes).

Si la sig. (Significancia) es  $\leq 0.05$  se acepta Hi, (es decir las variables son dependientes o se relacionan). (Pulido, 2011)

***Hipótesis 1.***

Ho: Los años de experiencia no influyen en el reconocimiento del IAMEST. Variables independientes.

Hi: Los años de experiencia si influyen en el reconocimiento de IAMEST. Variables dependientes.

En la tabla cruzada los datos arrojados son de dos tipos: 1, el valor estadístico esperado, es decir se asumía que a medida que transcurrieran los años, la probabilidad de contestar correctamente disminuiría, así se evidencia en la tabla 22. Para el rango 1, el porcentaje de respuestas correctas esperado fue de 72,97% para el rango 2 fue del 6,77% y para el rango 3 fue de 2,26%; ahora los datos reales, producto del análisis estadístico, sumado a la prueba de Chi-cuadrado  $>$  de 0,05 (0,59) demuestran que no hay una relación directa entre los años de experiencia y el reconocimiento del IAMEST, es decir las variables son independientes de esta manera la hipótesis correcta es la “Ho”. Un fenómeno bastante interesante observable aquí es que se esperaba que una persona con más experiencia reconociera mejor el IAMES pero la tabla demuestra lo contrario; una explicación valida es que a medida que pasa el tiempo los Tecnólogos en APH olvidan la academia, o que también entre menos años de experiencia, los conocimientos están más “frescos” lo que les permitió reconocer mejor el IAMEST, no se puede dejar de lado un hecho, la mayor población de las personas encuestadas se encuentran en el rango de 1 a 5 años los otros rangos cuentan con un reducido número de personas.

Tabla 22. Relación: años de experiencia/reconocimiento del IAMEST

		<i>RESPUESTA AL EKG CON CASO CLINICO</i>			
<i>AÑOS DE EXPERIENCIA</i>			<i>Correcto</i>	<i>Incorrecto</i>	<i>Total</i>
<b>Rango 1</b>	<i>Entre 1 y 5 años</i>	Valor esperado	72,97	24,03	,00
		Realidad	74,23%	25,77%	100,00%
<b>Rango 2</b>	<i>Entre 6 y 10 años</i>	Valor esperado	6,77	2,23	,00
		Realidad	88,89%	11,11%	100,00%
<b>Rango 3</b>	<i>Más de 10 años</i>	Valor esperado	2,26	,74	,00
		Realidad	66,67%	33,33%	100,00%
<b>Total</b>			75,23%	24,77%	100,00%
<b>Pruebas Chi-cuadrado.</b>					
<i>Estadístico</i>			<i>Valor</i>	<i>df</i>	<i>Sig. Asint. (2-colas)</i>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>			1,07	2	,59

**Hipótesis 2.**

Ho: la experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico no influyen en el reconocimiento del IAMEST. Variables independientes.

Hi: la experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico si influyen en el reconocimiento de IAMEST. Variables dependientes.

Tabla 23. Relación: experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico/reconocimiento del IAMEST

	<b>RESPUESTA AL EKG CON CASO CLINICO</b>			
<i>Experiencia en el manejo del paciente con dolor</i>		<i>Correcto</i>	<i>Incorrecto</i>	<i>Total</i>
<b>SI</b>	Valor esperado	60,94	20,06	,00
	Realidad	80,25%	19,75%	100,00%
<b>NO</b>	Valor esperado	21,06	6,94	,00
	Realidad	60,71%	39,29%	100,00%
<b>Total</b>		75,23%	24,77%	100,00%
<b>Pruebas Chi-cuadrado.</b>				
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>df</i>	<i>Sig. Asint. (2-colas)</i>	
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	4,26	1	,04	
<b>N de casos válidos</b>	109			

Existe evidencia estadística que valida la hipótesis o aprueba la hipótesis Hi, es decir las variables son dependientes, la prueba de chi-cuadrado arroja un resultado de 0,04 valor que es menor a 0,05 (tabla 23) lo que estadísticamente y para fines de esta prueba indica que las

variables se relacionan, concretamente los tecnólogos que alguna vez manejaron o intervinieron en el tratamiento de un paciente con dolor precordial, tuvieron una mayor tasa éxito al reconocer el IAMEST (80,25%) y los que no tuvieron la experiencia en el manejo del paciente con dolor torácico proporcionalmente disminuyeron su tasa de reconocimiento, en comparación 60,71%.

### *Hipótesis 3.*

Ho: la variable “ha recibido actualización sobre interpretación de EKG no influyen en el reconocimiento del IAMEST. Variables independientes.

Hi: la variable “ha recibido actualización sobre interpretación de EKG si influyen en el reconocimiento de IAMEST. Variables dependientes.

Tabla 24. Relación: actualización en EKG de 12 derivaciones/reconocimiento del IAMEST

	<b>RESPUESTA AL EKG CON CASO CLINICO</b>			
<b>ACTUALIZACION EN EKG DE 12 DERIVADAS</b>	<i>Correcto</i>	<i>Incorrecto</i>	<i>Total</i>	
<b>SI</b>	Valor esperado	43,63	14,37	,00
	Realidad	84,48%	15,52%	100,00%
<b>NO</b>	Valor esperado	38,37	12,63	,00
	Realidad	64,71%	35,29%	100,00%
<b>Total</b>		75,23%	24,77%	100,00%
<b>Pruebas Chi-cuadrado</b>				
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>df</i>	<i>Sig. Asint. (2-colas)</i>	
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	5,70	1	,02	

Como se puede observar esta hipótesis al igual que la anterior es dependiente, es decir, si el tecnólogo realizo actualizaciones en EKG tenía mayor probabilidad de reconocer el IAMEST, y si el tecnólogo en APH no había realizado interpretación en EKG tenía menor probabilidad de hacer un correcto reconocimiento dl IAMEST (tabal 24). Los que recibieron actualización y reconocieron correctamente el IAMEST representaron el 84,48% de la población mientras que los que no recibieron actualización y no reconocieron el IAMEST representaron un porcentaje inferior como era de esperarse 64,71%.

#### ***Hipótesis 4.***

Ho: el ambiente en el que labora el tecnólogo en APH no influye en el reconocimiento del IAMEST. Variables independientes.

Hi: el ambiente en el que labora el tecnólogo en APH si influye en el reconocimiento de IAMEST. Variables dependientes

Tabla 25. Relación: ambiente en el que labora/reconocimiento del IAMEST

<b><i>AMBIENTE EN EL QUE LABORA</i></b>	<b><i>RESPUESTA AL EKG CON CASO CLINICO</i></b>			<b><i>Total</i></b>
		<b><i>Correcto</i></b>	<b><i>Incorrecto</i></b>	
<b><i>TAB</i></b>	Valor esperado	39,36	12,64	,00
	Realidad	73,08%	26,92%	100,00%
<b><i>TAM</i></b>	Valor esperado	9,84	3,16	,00
	Realidad	53,85%	46,15%	100,00%
<b><i>BOMBEROS</i></b>	Valor esperado	9,08	2,92	,00
	Realidad	83,33%	16,67%	100,00%
<b><i>RADIO OPERADOR</i></b>	Valor esperado	16,65	5,35	,00

	Realidad	86,36%	13,64%	100,00%
<b><i>INTRAHOSPITALARIO</i></b>	Valor esperado	4,54	1,46	,00
	Realidad	83,33%	16,67%	100,00%
<b><i>SALVAMENTO Y RESCATE</i></b>	Valor esperado	1,51	,49	,00
	Realidad	100,00%	,00%	100,00%
<b><i>Total</i></b>		75,70%	24,30%	100,00%

La evidencia estadística para esta variable demuestra que  $H_0$ , es la hipótesis correcta, en concreto, las variables son independientes, lo que quiere decir, que para este estudio, el ambiente en el cual laboran los tecnólogos en APH no influyo de manera directa sobre su respuesta o su reconocimiento del IAMES. Chi-cuadrado de 0,29 (tabla 25 y 26).

Tabla 26. Relación: ambiente en el que labora/reconocimiento del IAMEST

<b>Pruebas Chi-cuadrado.</b>			
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>df</i>	<i>Sig. Asint. (2-colas)</i>
<b><i>Chi-cuadrado de Pearson</i></b>	6,14	5	,29

## Capítulo seis – Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

La evidencia estadística anteriormente descrita, permitió concluir lo siguiente:

1. Los tecnólogos de atención pre-hospitalaria tuvieron la capacidad de reconocer el IAMEST Utilizando un EKG de 12 derivaciones. El porcentaje que los soporta fue del 75,23 (82/109). Aunque para términos evaluativos este porcentaje supera el 50% de la muestra no es evidencia científica sobresaliente y de peso que demuestre que los tecnólogos en atención pre hospitalaria manejen con un alto grado de precisión la electrocardiografía en situaciones de emergencia.
2. La edad y el género no influyeron de manera directa sobre la capacidad de diagnóstico del IAMEST, ahora bien, los años de experiencia y el ambiente laboral figuraban como factores determinantes en el éxito de esta prueba pero el análisis estadístico determino que estas variables no guardaron ninguna correlación o influencia en los resultados del estudio. El análisis también permitió al grupo investigador reconocer que la experiencia del manejo de paciente con dolor torácico y las actualizaciones en EKG básico si guardaron una relación directa en la capacidad de diagnóstico del IAMEST.
3. La presente investigación esperaba encontrar alguna relación entre la capacidad del reconocimiento y la empresa donde laboraba, es decir la empresa pública invierte en las actualizaciones y en equipos y la privada no o viceversa , pero se demostró que estas variables son independientes, en caso concreto los tecnólogos que laboraban en empresas públicas y contestaron correctamente representando el 71,64 % y los de la privada 80,95% con un margen de diferencia no muy significativo estadísticamente de un 9.31%.

**Puntos de discusión.**

El Tecnólogo en atención pre-hospitalaria es instruido acerca de cómo proceder en su campo laboral frente a un paciente con IAMEST y si es necesario se comunicará con el médico del centro regulador para activar el sistema de emergencias del hospital que cuente con los recursos pertinentes, llámese, laboratorio de cateterismo, de hemodinamia y todo el personal médico para su operalización. Un sistema de estas magnitudes que exige de equipos y de personal altamente capacitado y calificado necesita una alta inversión de capital, puesto que el proceso de atención idealmente iniciaría desde el área prehospitalaria y requeriría la compra de equipos de comunicación, servicio de datos móviles, módems para los dispositivos pre-hospitalarios, electrocardiógrafo. Pero ¿cuándo llegará esto a nuestro sistema de emergencias? ¿Estará dispuesta la ciudad de Medellín o alguna institución privada correr con todos los gastos aquí mencionados? Mientras la tecnología y cultura de un sistema de emergencia eficiente se hace efectivo, hay que seguir mejorando y vislumbrar nuevos enfoques innovadores de tratamiento, eficaces y benéficos para el paciente.

Un segundo punto de discusión es: ¿qué tan dispuestos estarían los hospitales y el centro regulador para confiar en la interpretación dada por los tecnólogos en atención pre-hospitalaria al EKG de 12 derivaciones? Los datos arrojados por la investigación sugieren que los tecnólogos son capaces de reconocer un IAMEST pero no con un alto grado de precisión.

### **Recomendaciones**

1. El grupo investigador recomienda a las instituciones formadoras de tecnólogos en atención pre-hospitalaria iniciar un proyecto que se enfoque en el personal egresado y que tenga como finalidad brindar capacitaciones en electrocardiografía de emergencia, logrando de esta manera suplir necesidades reflejadas en esta investigación, también se recomienda la inclusión de electrocardiografía como competencia básica en el pensum de los estudiantes en formación.
2. Se sugiere a las instituciones prestadora del servicio de atención pre-hospitalaria invertir tanto en equipos(electrocardiógrafo) como en capacitaciones pertinentes con el objetivo de brindar una atención bien estructurada y de calidad, mejorando así la respuesta a emergencias médicas y en caso particular las condiciones de vida de los pacientes con problemas cardiovasculares.
3. Se recomienda al personal de atención pre-hospitalaria fortalecer los estudios durante y después de la academia y hacer propia la cultura de la actualización y de la investigación científica.
4. Se invita a la corporación universitaria adventista específicamente a la facultad de salud a que apoyen la conformación de semilleros de investigación disciplinarios e interdisciplinarios, se invita a fomentar la realización de investigaciones de calidad, motivar la formación de universitarios investigativos desde los inicios de la Tecnología para que los resultados en los últimos semestres sean significativos.
5. Se propone a la facultad de salud de la UNAC crear espacios accesibles en los cuales se puedan publicar las investigaciones realizadas y que estas sean conocidas por la comunidad educativa en general y no por unos pocos.

### Bibliografía

Bagai Akshay, J. J., L, D. H., Andrew, P. S., C, R. I., R, B. E., J, F. W., y otros. (2013).

Emergency Department Bypass for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Patients Identified with a Pre-Hospital Electrocardiogram: A Report From the American Heart Association Mission: Lifeline™ Program. *Circulation Journal*, 1-2.

Botero, F. (1994). *Cien Años de la Vida de Medellín*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Brooke, L. E., & J, W. L. (2009). Research in Prehospital Care. *Prehospital Emergency Care*, 1.

Camacho Matiz, H. (2009). *CURSO TALLER DE ARRITMIAS CARDIACAS*. Bogota, D.C, Colombia : Kimpres Ltda.

Cannon, C., Gibson, C., Lambrew, C., Shoultz, D., Levy, D., French, W., y otros. (2000).

Relationship of Symptom-Onset-to-Balloon Time and Door-to-Balloon Time With Mortality in Patients Undergoing Angioplasty for Acute Myocardial Infarction. *The Journal of the American Medical Association, JAMA*;283(22):2941-2947.  
*doi:10.1001/jama.283.22.2941.*, 2941-2947.

Cassiani M, C., & Cbrera G, A. (2009). Acute coronary syndromes: epidemiology and diagnosis.

*Acute coronary syndromes: epidemiology and diagnosis*, 118.

Cuéllar C, C. E., Murillo S, J. A., Poveda H, C. M., & Duque R, M. M. (2008).

*ELECTROCARDIOGRAFÍA*. Bogotá D.C, Colombia: Panamericana Formas e Impresos.

Darren, L. W., & Cunningham, C. (2011). Managing acute coronary syndromes in the prehospital and emergency setting: New guidelines from the Australian Resuscitation Council and New Zealand Resuscitation council. *Emergency Medicine Australasia*, 241.

- Dubin, D. D. (2001). *ELECTROCARDIOGRAFÍA PRACTICA: Lesión, Trazados e Interpretación 3ra edición*. Mexico Df: Mc GRAW-HILL Interamericana.
- Duque R, M., & Vesga A, B. E. (2008). *ELECTROCARDIOGRAFÍA* . Bogota D.C, Colombia: Panamericana Formas e Impresos.
- Eagle, K., Goodman, S., Avezum, A., Budaj, A., Sullivan, C., & López Sendón, J. (2002). for the GRACE Investigators. Practice variation and missed opportunities for reperfusion in ST-segment elevation myocardial infarction: Findings from the Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE). *JAMA*, 359 - 373.
- Field, J. M., Fran Hazinski, M. R., & Gilmore, D. M. (2008). *GUÍA DE ATENCIÓN CARDIOVASCULAR DE EMERGENCIA, para personal del equipo de salud*. American Heart Association.
- Galindo León, J., & Mendoza Beltrán, F. (2010). Comportamiento del infarto agudo del miocardio con elevación del ST. *Revista colombiana de cardiología; GUÍAS COLOMBIANAS DE CARDIOLOGÍA SÍNDROME CORONARIO AGUDO CON ELEVACIÓN DEL ST (INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST), volumen 17, 125.*
- Galindo León, J., & Mendoza Beltrán, F. (2010). Epidemiología Del Infarto Agudo Del Miocardio En La Mujer. *REVISTA COLOMBIANA DE CARDIOLOGÍA*, 127-129.
- Galindo León, J., & Mendoza Beltrán, F. (2010). Epidemiología del síndrome coronario agudo. *Revista colombiana de cardiología; GUÍAS COLOMBIANAS DE CARDIOLOGÍA SÍNDROME CORONARIO AGUDO CON ELEVACIÓN DEL ST (INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST), volumen 17, 123 - 125.*

Galindo León, J., & Mendoza Beltrán, F. (2010). Incidencia Del Infarto Agudo Del Miocardio.

*REVISTA COLOMBIANA DE CARDIOLOGÍA*, 123 - 125.

Galindo León, J., & Mendoza Beltrán, F. (2010). Mortalidad por enfermedad coronaria en

Colombia. *Revista colombiana de cardiología; GUÍAS COLOMBIANAS DE*

*CARDIOLOGÍA SÍNDROME CORONARIO AGUDO CON ELEVACIÓN DEL ST*

*(INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST)*, volumen 17, 127.

Gómez Gómez, M., Danglot Banck, C., Santamaría Díaz, H., & Riera Kinkel, C. (2012).

Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón (Primera Parte).

*Rivista Mexivana de Pediatría vol. 79*, 92 - 101.

Harrison. (2006). *Harrison Principios de Medicina Interna*. McGraw-Hill Companies.

Hernández S, R., Fernández C, C., & Batista L, P. (BOGOTÁ D.C. COLOMBIA).

*METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN (cuarta edición)*. 2003: McGrawHill.

Medellín. (2003). *Guía Turística y de Desarrollo Urbano*. Medellín.: Especial Impresores.

Mendoza Beltran Fernán, MD. (2010). Epidemiología del síndrome coronario agudo. *Revista*

*Colombiana de Cardiología*, 123.

Mendoza Beltrán, F. d., Beltrán Pineda, R. M., Isaza Restrepo, D. M., & Jaramillo Villegas, C.

M. (2010). Fisiopatología Del Síndrome Coronario Agudo. *revista colombiana de*

*cardiología; GUÍAS COLOMBIANAS DE CARDIOLOGÍA SÍNDROME CORONARIO*

*AGUDO CON ELEVACIÓN DEL ST (INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON*

*ELEVACIÓN DEL ST)*, 131-133.

Ministerio de la Protección Social . (2006). *Decreto 1011* . Bogota D.C. COLOMBIA.

Ministerio de Protección Social. (2009). *Guías para Manejo de Urgencias Tomo 1*. Bogotá, D.

C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *RESOLUCIÓN NÚMERO 1441 DE 6 DE MAYO DE 2013*. Bogotá, Colombia.

Moore, K. L., & Dalley, A. F. (2007). *ANATOMIA CON ORIENTACION CLINICA 4TA EDICIÓN*. Bogota- Colombia: Panamericana .

O'Connor, R. E., Bossaert, L., Arntz, H. R., Brooks, S. C., Diercks, D., Filho, G. F., y otros. (2010). Acute Coronary Syndromes: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation; Journal of the American Heart Association*, 422-423.

Organizacion Mundial de la Salud, World Health Report. (2002). *World Health Report 2002*. Ginebra, Suiza: © Organización Mundial de la Salud, 2008.

Organizacion Mundial para la Salud. (2007). *World Health Statistics*. Ginebra, Suiza: © Organización Mundial de la Salud, 2008.

Pulido, P. G. (26 de Enero de 2011). *MANUAL DE ESTADÍSTICA*. Medellín , Atioquía, Colombia: Litografía UNAC.

Scott F, G. (2006). *Developmental Biology (Octava edición)*. Sinauer Associates.

Sinz, E. M., Navarro, K., & Soderberg, E. S. (2010). *Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (libro del proveedor)*. American Heart Association. Estados unidos: Integracolor Ltda. innovate way mesquite.

Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. (2010). GUÍAS COLOMBIANAS DE CARDIOLOGÍA SÍNDROME CORONARIO AGUDO CON ELEVACIÓN DEL ST (INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL ST). *Revista colombiana de Cardiología* , 149.

T, R., M, M., C, C., C, B., F, L., & Negri E, e. a. (2006). Trends in mortality from coronary heart and cerebrovascular disease in the Americas: 1970-2000. 60 - 453.

Trivedi, K. M., Schuur, J. D., & Cone, D. C. (2009). CAN PARAMEDICS READ ST-SEGMENT ELEVATION MYOCARDIAL INFARCTION ON PREHOSPITAL 12-LEAD ELECTROCARDIOGRAMS? *PREHOSPITAL EMERGENCY CARE*, 207.

Uribe Arango, W., Duque Ramírez, M., & Medina Durango, E. (2005). *Electrocardiografía y arritmias*. Medellín, Colombia. : Export Editores Ltda.