



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA**

**FRECUENCIA, CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, TRATAMIENTO Y DESENLACES  
CLÍNICOS DE PACIENTES CON TORMENTA ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS  
INTENSIVOS CARDIOVASCULARES DE LA UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, CMN SIGLO  
XXI**

**TESIS**

Para obtener el grado en la Especialidad de:

**CARDIOLOGÍA**

**PRESENTA**

**Dr. Alberto Nicolás Rodríguez Villareal**

**TUTOR**

**Dr. Marco Antonio Robles Rangel**

Cardiólogo adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares.  
UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS.

**CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2023**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA**

**Título:**

**FRECUENCIA, CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, TRATAMIENTO Y DESENLACES  
CLÍNICOS DE PACIENTES CON TORMENTA ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS  
INTENSIVOS CARDIOVASCULARES DE LA UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, CMN SIGLO  
XXI**

**Tesista:**

**Dr. Alberto Nicolás Rodríguez Villarreal**

Residente de 3<sup>er</sup> año del Curso de Especialización en Cardiología.

UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS.

Matrícula: 99286895

Correo electrónico: albertonrv@hotmail.com

**Tutor de Tesis:**

**Dr. Marco Antonio Robles Rangel**

Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares.

UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS.

Matrícula: 99352741

Correo electrónico: marcoroblesrangel@comunidad.unam.mx



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud **3604**.  
HOSPITAL DE CARDIOLOGIA CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 019 108  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 09 CEI 011 2018073

FECHA Miércoles, 01 de marzo de 2023

**Dr. Marco Antonio Robles Rangel**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de Investigación con título **FRECUENCIA, CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, TRATAMIENTO Y DESENLACES CLÍNICOS DE PACIENTES CON TORMENTA ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS CARDIOVASCULARES DE LA UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, CMN SIGLO XXI** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2023-3604-003

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un Informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

  
**Dr. Guillermo Saturno Chiu**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3604

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

TÍTULO:

**FRECUENCIA, CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, TRATAMIENTO Y DESENLACES  
CLÍNICOS DE PACIENTES CON TORMENTA ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS  
INTENSIVOS CARDIOVASCULARES DE LA UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, CMN SIGLO  
XXI**

---

**DR. GUILLERMO SATURNO CHIU**

DIRECTOR GENERAL

UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

---

**DR. SERGIO CLAIRE GUZMÁN**

DIRECTOR MÉDICO

UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

---

**DR. EDUARDO ALMEIDA GUTIÉRREZ**

DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

---

**DRA. KARINA LUPERCIO MORA**

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

---

**DR. MARCO ANTONIO ROBLES RANGEL**

MÉDICO ADSCRITO A LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS CARDIOVASCULARES

UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....  | 5  |
| Marco teórico .....                                    | 8  |
| Justificación.....                                     | 19 |
| Planteamiento del problema .....                       | 20 |
| Pregunta de investigación .....                        | 20 |
| Objetivos .....  | 20 |
| Material y métodos .....                               | 21 |
| Criterios de selección.....                            | 21 |
| Hipótesis.....   | 22 |
| Tamaño de la muestra.....                              | 22 |
| Definición y operacionalización de las variables ..... | 22 |
| Análisis estadístico .....                             | 26 |
| Aspectos éticos .....                                  | 26 |
| Recursos, financiamiento y factibilidad .....          | 28 |
| Resultados .....                                       | 29 |
| Discusión .....  | 35 |
| Conclusiones .....                                     | 37 |
| Bibliografía.....                                      | 38 |
| Anexo. Formato de recolección de datos.....            | 40 |
| Glosario de abreviaturas.....                          | 42 |

## RESUMEN.

Rodríguez-Villarreal AN, Robles-Rangel MA. Frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI.

**Introducción:** La tormenta eléctrica (TE) se define como la presentación de dos o más episodios de taquicardia ventricular (TV) o fibrilación ventricular (FV) en un periodo de 24 horas, o bien, la presencia de tres o más episodios de arritmias ventriculares separados entre sí, que conducen a terapia eléctrica a través de cardioversión, desfibrilación y/o marcapasos de terapia antiataquicardia (ATP), durante un periodo de 24 horas. La incidencia de la TE es de alrededor del 10% al 20% en pacientes que tienen un desfibrilador automático implantable (DAI) para la prevención secundaria de muerte súbita cardíaca. En el estudio MADIT II, el 4 % de los pacientes desarrollaron una tormenta eléctrica en un promedio de 20.6 meses. La etiología es diversa, siendo la cardiopatía isquémica, las miocardiopatías, las cardiopatías infiltrativas y los síndromes con sustrato eléctrico anormal los más frecuentes. El tratamiento representa un reto e implica reconocer y tratar la causa. Los fármacos antiarrítmicos, la terapia eléctrica, los dispositivos de asistencia circulatoria y la ablación con cateter, son los pilares de manejo en este escenario.

**Justificación:** El pronóstico de la tormenta eléctrica es muy adverso a corto y a largo plazo, con evidencia de un aumento en la mortalidad, necesidad de trasplante cardíaco y hospitalización y una elevada tasa en la recurrencia de arritmias ventriculares. La tormenta eléctrica refractaria al tratamiento médico óptimo y al apoyo hemodinámico requiere de ablación con catéter por radiofrecuencia, lo cual se considera una emergencia electrofisiológica. La experiencia publicada hasta la fecha (sobre todo con la ablación), es muy escasa y ninguna serie ha evaluado el tratamiento integral de la tormenta eléctrica. Aún cuando este fenómeno es frecuente en el escenario de la patología aguda cardiovascular, no se ha llevado a cabo un registro sistemático de su presentación ni de sus desenlaces a nivel regional ni local. Así mismo, no se ha documentado el tratamiento y evolución de los pacientes que presentan esta condición. Por lo tanto, los datos recabados serán de gran utilidad para conocer el comportamiento de la tormenta eléctrica en nuestro medio y para planear e implementar mejores estrategias de atención a los pacientes aquejados por esta afección cardiovascular.

**Objetivos: General:** Conocer la frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI. **Específicos:** 1. Registrar los días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares por el diagnóstico de tormenta eléctrica. 2. Registrar tipo y resultados de la terapia farmacológica en el paciente con tormenta eléctrica. 3. Registrar tipo y resultados de la terapia eléctrica en el paciente con tormenta eléctrica. 4. Registrar frecuencia y resultados de la terapia con DAI en el paciente con tormenta eléctrica. 5. Reportar los casos de tormenta eléctrica llevados a terapia de ablación y su resultado. 6. Documentar la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo antes y después de la presentación de la tormenta eléctrica. 7. Reportar la mortalidad en los pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares.

**Material y métodos. Tipo de diseño:** Observacional, descriptivo, transversal, retrolectivo. **Periodo de estudio:** Abril 2021 a Junio 2022. **Lugar:** Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI, IMSS. **Población:** Pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI que presenten tormenta eléctrica. **Criterios de selección.** Criterios de inclusión: Edad  $\geq$  18 años, ambos sexos, admitidos a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares por cualquier diagnóstico, diagnóstico de tormenta eléctrica. Criterios de exclusión: Episodios de tormenta eléctrica resultado de eventos adversos o eventos centinela. Criterios de eliminación: Pacientes con expedientes incompletos que no permitan reunir la mayor parte de la información plasmada en la hoja de recolección de datos.

**Análisis estadístico:** Estudio de tipo descriptivo. Para el rubro de frecuencia tomamos como numerador el número de veces que se repite un proceso periódico o una variable en un periodo de tiempo dado (en este caso, presencia de tormenta eléctrica) y como denominador la población expuesta a que le suceda el hecho que aparece en el numerador (en este caso, pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI). Las variables cualitativas fueron expresadas como frecuencias absolutas y relativas. Para las variables de tipo cuantitativo se determinó el tipo de distribución mediante la prueba de Kolmogorov-Sminov, histogramas, sesgo y curtosis. Se describieron las medidas de tendencia central y dispersión como media y desviación estándar respectivamente y para aquellas con distribución no paramétrica con mediana y rangos intercuartílicos. Se compararon las medias para la fracción de eyección de ventrículo izquierdo en el periodo pretormenta y postormenta eléctrica mediante prueba T para muestras relacionadas; definiendo una significancia estadística mediante  $p < 0.05$ . Se utilizó el paquete estadístico SPSS en su última versión.

**Factibilidad de recursos e infraestructura:** Recursos humanos: investigadores del proyecto. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI, IMSS. El estudio no requirió financiamiento económico. El ensayo fue realizado en el tiempo estimado y con los recursos establecidos. Experiencia del grupo: amplia y acorde al tema de estudio. Tiempo a desarrollarse: 3 meses.

**Palabras clave:** Tormenta eléctrica, arritmia, taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, desfibrilador automático implantable.

**Resultados:** A la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares ingresaron un total de 1960 pacientes durante el periodo de estudio. En este tiempo, se estableció el diagnóstico de tormenta eléctrica en 34 pacientes. Por lo tanto, la frecuencia de presentación de la tormenta eléctrica fue del 1.7%. Fue más frecuente en hombres (70.6%), con una media de edad en su presentación de 65.3 años. Las patologías crónicas más frecuentemente encontradas fueron hipertensión

arterial sistémica (78.1%), tabaquismo (46.9%) y finalmente diabetes mellitus (40.6%). El 35.3% (12 pacientes), tuvieron el antecedente de cardiopatía isquémica (infarto de miocardio). De los pacientes estudiados, 20 (58.8%), tuvieron el diagnóstico de síndrome coronario agudo, principalmente infarto de miocardio con elevación del segmento ST (18 pacientes, lo que representa el 90%). El 100% de los pacientes requirió terapia eléctrica. 58.8% ameritaron cardioversión sincronizada, 38.3% necesitaron de cardioversión y desfibrilación y sólo 2.9% requirieron desfibrilación. El 100% de los pacientes usaron amiodarona, lidocaína en el 29.4%,  $\beta$ -Bloqueador en el 82.4%, sulfato de magnesio en el 45.2% y sedoanalgesia en el 82.4%. 5 pacientes ingresaron con DAI y a 9 pacientes se les implantó DAI (por primera vez) durante la hospitalización. En total, 14 pacientes (que representa el 41.1%) tuvieron un dispositivo de alta energía. La ablación por radiofrecuencia en este contexto se otorgó en el 14.7% (5 pacientes) y fue exitosa en el 80% de ellos (4 pacientes). La media de la FEVI previa a la presentación de tormenta eléctrica fue del 37.3% y posterior a la resolución de la tormenta eléctrica de 33.3%. 29.4% de los pacientes se ubicaron en un escenario de síndrome posparo cardiaco. No se logró documentar la frecuencia de lesión renal aguda. La estancia promedio en Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares fue 10.1 días. La mortalidad fue del 14.7 % (5 pacientes).

**Conclusiones:** A la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares ingresaron un total de 1960 pacientes durante el periodo de estudio. En este tiempo, se estableció el diagnóstico de tormenta eléctrica en 34 pacientes, representando una frecuencia de presentación del 1.7%. Fue más frecuente en hombres, con una media de edad en su presentación de 65.3 años. Las patologías crónicas más frecuentemente encontradas fueron hipertensión arterial sistémica, tabaquismo y diabetes. El 100% de los pacientes requirió terapia eléctrica. El antiarrítmico más utilizado fue amiodarona, seguido de  $\beta$ -Bloqueadores y lidocaína. 14 pacientes tuvieron un dispositivo de alta energía. La ablación por radiofrecuencia en este contexto se otorgó en el 14.7% de los pacientes, siendo exitosa en el 80% de ellos. La media de la FEVI previa a la presentación de tormenta eléctrica fue del 37.3% y posterior a la resolución de la tormenta eléctrica de 33.3%. La estancia promedio en Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares fue 10.1 días. La mortalidad fue del 14.7 %.

## **MARCO TEÓRICO.**

### **1. Tormenta eléctrica.**

#### **Definición.**

La tormenta eléctrica (TE) se define como la presentación de dos o más episodios de taquicardia ventricular (TV) o fibrilación ventricular (FV) en un período de 24 horas, o bien, la presencia de tres o más episodios de arritmias ventriculares separados entre sí, que conducen a terapia eléctrica a través de cardioversión, desfibrilación y/o marcapasos de terapia antitaquicardia (ATP), durante un período de 24 horas <sup>1</sup>. Esta definición tiene como limitante el caso de la TV que es más lenta que la tasa de detección programada del dispositivo.

#### **Epidemiología.**

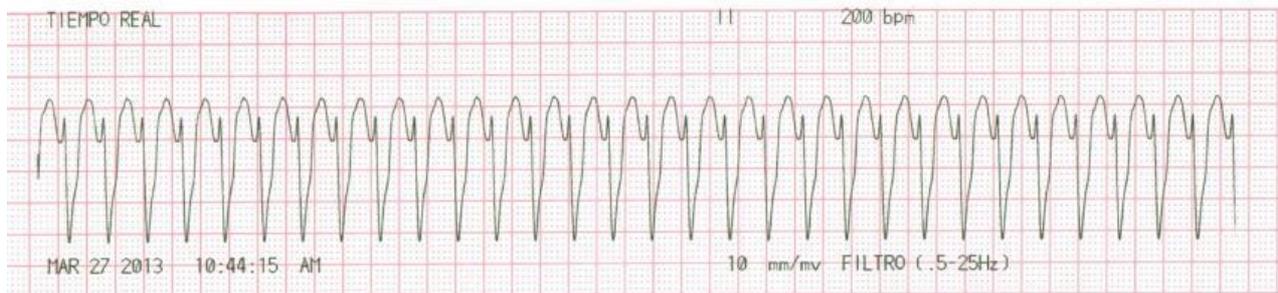
La incidencia de la TE es de alrededor del 10% al 20% en pacientes que tienen un desfibrilador automático implantable (DAI) para la prevención secundaria de muerte súbita cardíaca. La incidencia es menor cuando los DAI se colocan para la prevención primaria. En el estudio MADIT II, el 4 % de los pacientes desarrollaron una tormenta eléctrica en un promedio de 20.6 meses <sup>1,2</sup>.

La mayoría de los episodios arrítmicos que ocurren durante una TE son episodios de TV monomórfica (con una incidencia del 86 a 97%), la FV representa el 1 al 21 % de los episodios, combinación de TV y FV 3 a 14% y la incidencia de TV polimórfica es de 2 a 8% <sup>2,3</sup>. Los pacientes con antecedentes de TV tienen un mayor riesgo de presentar TE. Existe en promedio un período de 2 a 3 años posterior a la implantación de un DAI previo a la presentación de TE <sup>2,3</sup>.

#### **Etiología.**

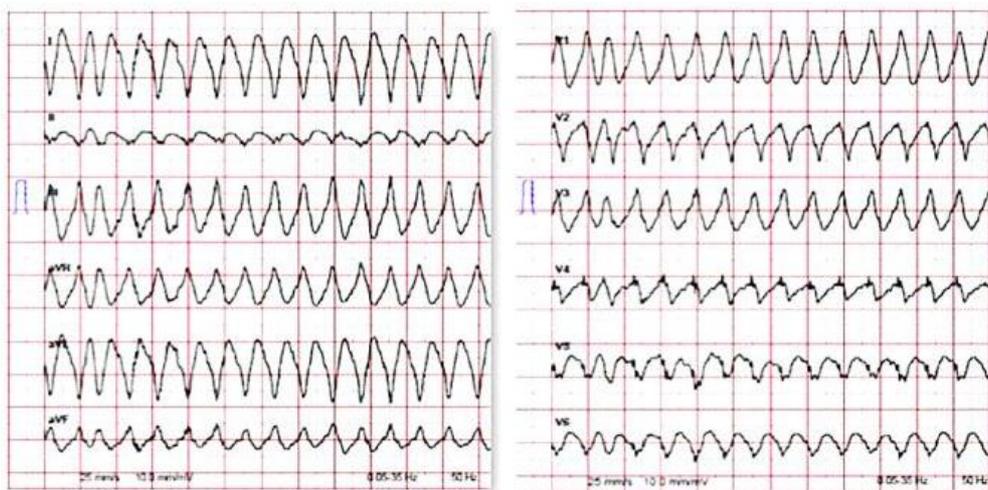
En pacientes con cardiopatía estructural, la TV monomórfica sostenida (figura 1), suele atribuirse a un sustrato miocárdico, es decir, una cicatriz de infarto de miocardio o fibrosis en miocardiopatías no isquémicas. Los cardiomiocitos dentro del área de fibrosis conducen a una zona de conducción lenta y, combinados con áreas de bloqueo de conducción

anatómico o funcional, dan lugar a circuitos de reentrada, siendo el mecanismo que genera la taquicardia <sup>3</sup>.



**Figura 1.** Taquicardia ventricular monomórfica

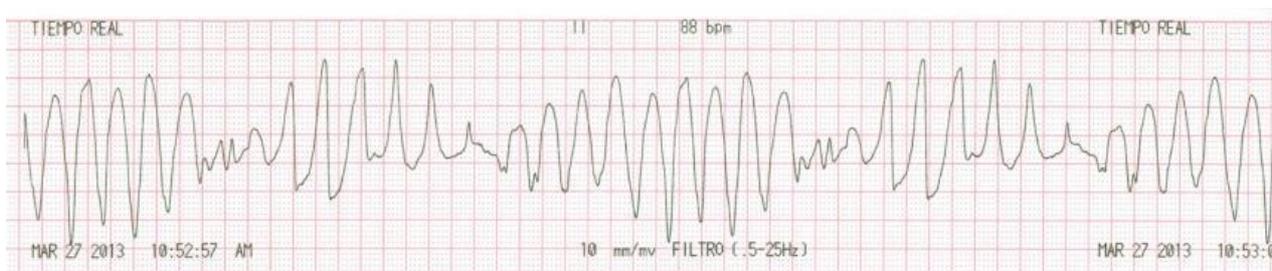
La forma del complejo QRS de la taquicardia está determinada por la ubicación del circuito de reentrada. Un complejo QRS con patrón de bloqueo de rama derecha (figura 2), sugiere una localización ventricular izquierda, mientras que una morfología de bloqueo de rama izquierda es sugestiva de un origen del ventrículo derecho <sup>2,3</sup>.



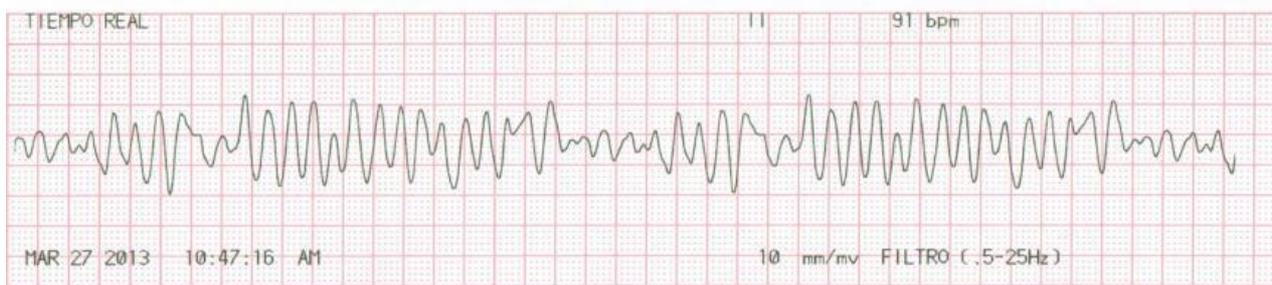
**Figura 2.** Taquicardia ventricular monomórfica con imagen de bloqueo de rama derecha

Un eje eléctrico de QRS superior indica una localización en la pared inferior, un eje eléctrico inferior sugiere una salida desde un sitio superior. Las ondas S prominentes en las derivaciones precordiales V3 a V6 indican un origen apical, y las ondas R altas en estas derivaciones indican una localización del circuito de reentrada en la región basal de los ventrículos. Las TV epicárdicas suelen presentar complejos QRS más anchos a medida que el frente de onda se propaga primero desde el epicardio hasta el endocardio y posteriormente la despolarización de todo el ventrículo <sup>3</sup>.

Las TV epicárdicas se observan con frecuencia en pacientes con miocardiopatía dilatada no isquémica con miocarditis previa o displasia arritmogénica de ventrículo derecho. En estos pacientes, el circuito de TV de reentrada puede estar ubicado predominantemente en el tejido epicárdico, y se debe considerar un abordaje endocárdico y epicárdico combinado si se intenta la ablación con catéter. A diferencia de las TV monomórficas, las TV polimórficas y la FV (figuras 3 y 4), son debidas con mayor frecuencia a isquemia miocárdica o canalopatías iónicas como el síndrome de QT largo o corto, síndrome de Brugada y la TV polimórfica catecolaminérgica. En estos casos, la principal estrategia para suprimir la arritmia es la corrección de la causa subyacente, si es posible <sup>4</sup>. En el cuadro 1 se muestra una clasificación etiológica de la TE, dividida en cardiopatía estructural y corazones estructuralmente sanos <sup>3</sup>.



**Figura 3.** Taquicardia ventricular polimórfica



**Figura 4.** Fibrilación ventricular

| Cardiopatías estructurales |  |                                    | Sustrato eléctrico anormal<br>(corazones estructuralmente normales) |                                  |
|----------------------------|--|------------------------------------|---|----------------------------------|
| Cardiopatía isquémica      | Miocardopatía no isquémica                     | Cardiopatías congénitas corregidas | Primarias   | Secundarias                      |
| Infarto de miocardio       | Miocardopatía dilatada                         | Miocarditis                        | Idiopático  | Desequilibrio electrolítico      |
|                            | Miocardopatía hipertrófica                     | Sarcoidosis                        | Síndrome de Brugada   | Toxicidad relacionada con drogas |
|                            | Displasia arritmogénica del ventrículo derecho | Enfermedad de Chagas               | Síndrome de repolarización precoz                                   | Endocrinológico                  |
|                            |  | Tumores cardiacos                  | Síndrome de QT largo/ corto   | Perioperatorio                   |
|                            |  |                                    | Taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica               |                                  |

**Cuadro 1.** Etiología de la tormenta eléctrica

### Tratamiento.

El tratamiento tiene como objetivo reducir la carga de las taquiarritmias ventriculares y mejorar la supervivencia. En este sentido, deben considerarse diversos aspectos, tales como la supresión de las arritmias, la identificación de los eventos desencadenantes y el sustrato arritmogénico y el establecer estrategias terapéuticas para la prevención de los episodios de TE<sup>3</sup>.

Si la TV conduce a inestabilidad hemodinámica, o si hay comorbilidades que incrementen el riesgo de recurrencia o morbimortalidad, el paciente debe ingresar a una unidad de cuidados intensivos, en todo caso debe considerarse la sedación, así como el soporte ventilatorio y hemodinámico. Los desencadenantes de TE, como los farmacológicos, la isquemia miocárdica, la insuficiencia cardíaca aguda, los trastornos electrolíticos, la hipoxia

o la tirotoxicosis, deben detectarse y corregirse de inmediato. Se deben considerar estrategias farmacológicas para suprimir más episodios de arritmias ventriculares. Estos medicamentos pueden administrarse secuencialmente o en combinación en casos seleccionados, incluyéndose el riesgo proarrítmico que conlleva el uso de cada uno de éstos. Los episodios recurrentes de taquicardia ventricular sostenida con compromiso hemodinámico o deterioro en fibrilación ventricular requieren una terminación rápida mediante cardioversión sincronizada o desfibrilación <sup>3,4,5</sup>.

### **Tratamiento farmacológico.**

#### **Beta bloqueadores.**

Los pacientes con TE presentan un aumento del tono simpático, lo que puede provocar más arritmias ventriculares recurrentes. Se ha demostrado que los beta bloqueadores aumentan el umbral de fibrilación y disminuyen la incidencia de muerte súbita. En el estudio MADIT II, los pacientes con miocardiopatía isquémica que recibieron altas dosis de  $\beta$ -bloqueadores tuvieron un 52 % de reducción del riesgo relativo de TV/FV recurrentes que requieren terapias con DAI en comparación con aquellos que no recibieron tratamiento con  $\beta$ -bloqueadores. El uso de  $\beta$ -bloqueadores por vía intravenosa en pacientes con TE que ya reciben tratamiento oral con  $\beta$ - bloqueadores puede ayudar a suprimir el episodio de TE <sup>1,3,5</sup>.

#### **Amiodarona.**

La rápida administración intravenosa de amiodarona bloquea los canales rápidos de sodio, inhibe la liberación de norepinefrina y bloquea los canales de calcio tipo L, sin prolongar la refractariedad ventricular. Es un fármaco eficaz como terapia adyuvante para prevenir las descargas recurrentes de DAI. El estudio OPTIC comparó  $\beta$ -bloqueador, sotalol y  $\beta$ -bloqueador más amiodarona en la prevención de descargas de DAI. En el seguimiento de 1 año, los pacientes tratados con sotalol o amiodarona más  $\beta$ -bloqueador tuvieron un 56% reducción del riesgo en comparación con los pacientes tratados con  $\beta$ -bloqueador solo. Al igual que en el caso de los  $\beta$ -bloqueadores, la administración intravenosa de amiodarona en pacientes que se encuentran con terapia oral con amiodarona puede suprimir un episodio de TE <sup>1,2</sup>.

### **Azimilide y Dofetilide.**

En el estudio SHIELD, azimilida redujo significativamente la recurrencia de shocks y arritmias sintomáticas tratadas con ATP. En un estudio prospectivo, sin embargo, la azimilida no redujo significativamente el número de pacientes con tormenta eléctrica. La dofetilida bloquea selectivamente el componente rápido de la retardada y se utiliza principalmente para el tratamiento de fibrilación auricular. Solo un estudio informó eficacia y seguridad de dofetilida en el tratamiento de la TV/FV después de la intolerancia o el fracaso de la amiodarona. Tanto la azimilida como la dofetilida se asociaron con una alta incidencia de Torsade de Pointes <sup>1,3,5</sup>.

En resumen, la decisión de prescribir un fármaco antiarrítmico a un paciente de tormenta eléctrica debe ser individualizado, teniendo en cuenta no sólo la eficacia, sino también el mayor riesgo de proarritmia y efectos adversos relacionados con el fármaco, lo que ha llevado a la necesidad de la desarrollo de estrategias de tratamiento no farmacológico <sup>1,2</sup>.

### **Sedación y analgesia.**

Se reconoce que el sistema nervioso autónomo cardíaco, en particular el sistema nervioso simpático, desempeña un papel fisiopatológico crítico en la TV, y la modulación neural a través de varias vías tiene un papel importante. La tormenta arrítmica se asocia a un elevado valor de ansiedad y discomfort, lo que condiciona incremento del tono simpático y por lo tanto la persistencia y recurrencia de arritmias ventriculares. Junto a los agentes betabloqueantes, otra de las estrategias para bloqueo simpático en TE es el uso de fármacos sedantes, del grupo de las benzodiazepinas. En estas ocasiones puede utilizarse una sedación inicial con midazolam o propofol, lo que facilita un mayor bloqueo simpático, controlando, de este modo, los eventos arrítmicos. En algunos casos es necesario, proceder a la intubación del paciente y a su sedación. El propofol generalmente se administra como un bolo seguido de una infusión continua, este actúa, además de la reducción de la actividad simpática y el aumento del tono vagal, la mediación de los canales K-ATP mitocondriales y la alteración de la conducción auriculoventricular. También se ha demostrado que el propofol tiene un efecto directo en el cardiomiocito a través de

cambios en la translocación de la proteína C quinasa a diferentes objetivos en la célula. Los efectos secundarios incluyen bradicardia, hipotensión, depresión respiratoria e hipertrigliceridemia, esta última potencialmente asociada con el síndrome de infusión de propofol. La sedación debe estar acompañada por analgesia con agentes opioides con el fin de disminuir el tono simpático, además de ser parte del manejo del paciente bajo ventilación mecánica <sup>6,7</sup>.

### **Desfibrilador automático implantable.**

Los pacientes con un DAI que desarrollan TE a menudo presentan descargas múltiples del dispositivo. Estos choques pueden ser bastante angustiosos y, por lo general, aumentan la ansiedad, lo que lleva a una sobreactivación simpática, que puede promover y sostener aún más las AV. Las descargas recurrentes de DAI se han asociado con una mayor morbilidad y mortalidad, así como con ansiedad, depresión y trastorno de estrés postraumático significativos <sup>1,7</sup>.

Siempre que esté disponible, debe realizarse una interrogación urgente del dispositivo. Esto puede confirmar el diagnóstico de TE, excluir descargas inapropiadas, identificar el tipo de arritmia (TV monomórfica, TV polimórfica o FV) y demostrar el modo de inicio de la misma. Esta información permite adaptar la terapia a la arritmia específica del paciente. Si la arritmia es tolerada hemodinámicamente, entonces la detección de DAI puede desactivarse temporalmente para evitar descargas recurrentes y dar a los médicos un control manual sobre la administración de la terapia. Si la AV no se tolera hemodinámicamente, se deben intentar otras terapias para suprimir la arritmia <sup>1,8</sup>.

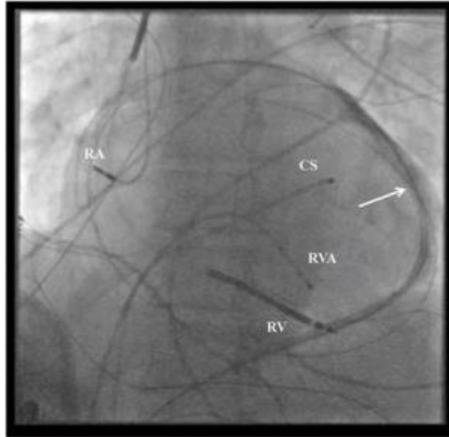
### **Ablación.**

Siempre que sea posible, la TV clínica debe documentarse en un ECG de 12 derivaciones para caracterizar el tipo de taquicardia y para identificar la ubicación dentro de los ventrículos. El ECG de la TV clínica sirve como guía inicial para la ablación y el mapeo electrofisiológico del catéter. Dado que la mayoría de las TE consisten en episodios de taquicardia ventricular monomórfica, la cual se caracteriza por un mecanismo de reentrada, la ablación con catéter es un tratamiento importante para el tratamiento de la TE. En cuanto a la TV polimórfica, cuando no se logra la supresión de la arritmia con la corrección

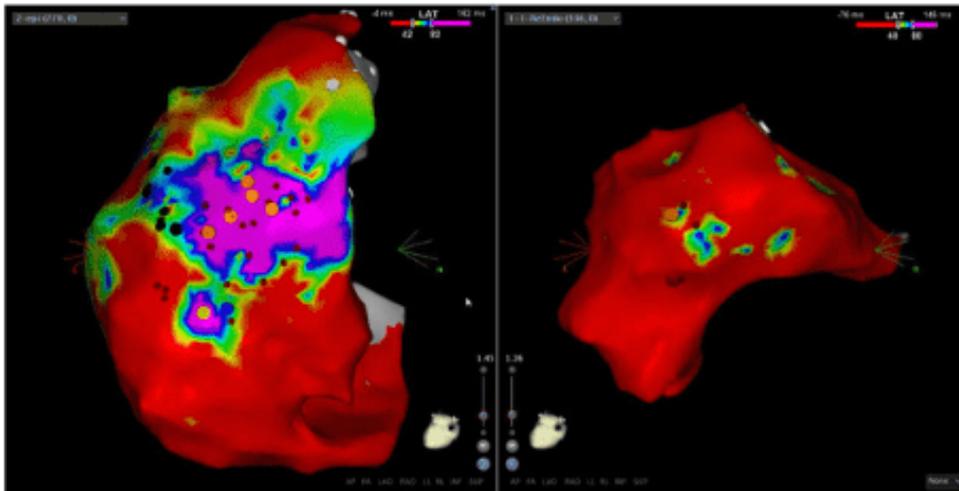
de la causa subyacente, se puede intentar la ablación con catéter dirigida a desencadenantes prematuros de latidos ventriculares <sup>8</sup>.

Un metanálisis de 471 pacientes con TE, encontró una alta tasa de éxito inicial para la ablación de arritmias ventriculares (72%), con una baja tasa de mortalidad por procedimientos (0.6%) y una tasa de recurrencia del 6% <sup>2</sup>. Hay dos ensayos clínicos aleatorizados que compararon el implante de DAI y ablación para prevención secundaria en pacientes con antecedentes de infarto de miocardio. Ambos mostraron que la ablación con catéter disminuyó significativamente las terapias con DAI. En el primer estudio, Reddy et al. (2007), reclutaron a 128 pacientes con TV no tratada con fármacos antiarrítmicos. Durante un seguimiento medio de 22,5 meses, la ablación redujo las descargas del DAI del 31 % al 9 % ( $p = 0.003$ ) y la TV del 33 % al 12% ( $p = 0.007$ ). En el segundo estudio, 110 pacientes con IM previo fueron asignados al azar a la ablación o no adicionalmente tratamiento. Después de la ablación, el número de eventos de terapia de DAI apropiados por paciente y por año fue significativamente menor que en el grupo control, con una mediana de 0.2 frente a 3.0 ( $p = 0.013$ ). Se observó además incremento en la sobrevida <sup>2, 9</sup>.

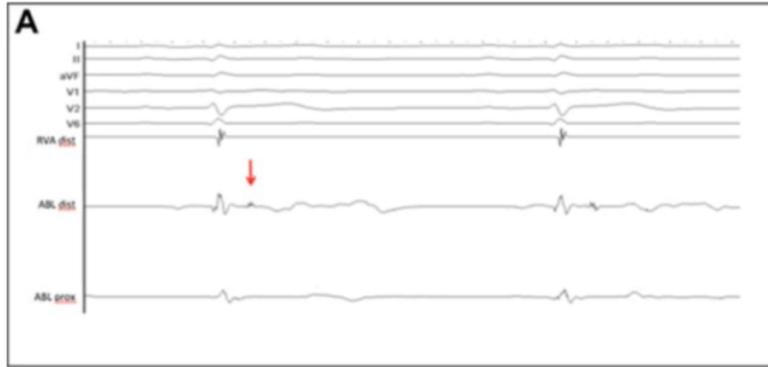
Un primer estudio (2001) con 19 pacientes con TE sometidos a ablación, mostró una tasa de éxito del procedimiento del 79% y no hubo muertes durante un seguimiento de 26 semanas. Un estudio prospectivo (2008) inscribió 95 pacientes portadores de DAI con TE refractaria a medicamentos que tenían terapias de descarga frecuentes. Después de una a tres ablaciones, el 89% de los pacientes no presentaron ninguna TV clínica inducida por estimulación eléctrica programada. En una mediana de seguimiento de 22 meses, el 92% de los pacientes estaba libre de TE y el 66% estaba libre de recurrencia de TV. Deneke et al. estudiaron a 32 pacientes con TE, 27 sometidos a ablación con catéter dentro de las 24 horas después de la admisión y 5 se sometieron a ablación dentro de las primeras 8 horas. La tasa de éxito fue del 94% y la recurrencia de tormentas eléctricas o muerte se observó en el 6% (grupo de ablación) y el 9% (control grupo), durante un seguimiento de 15 meses <sup>2, 10, 11</sup>. La ablación y el mapeo electrofisiológico para el tratamiento de las arritmias ventriculares y la tormenta eléctrica se pueden apreciar de las figuras 5 a 11.



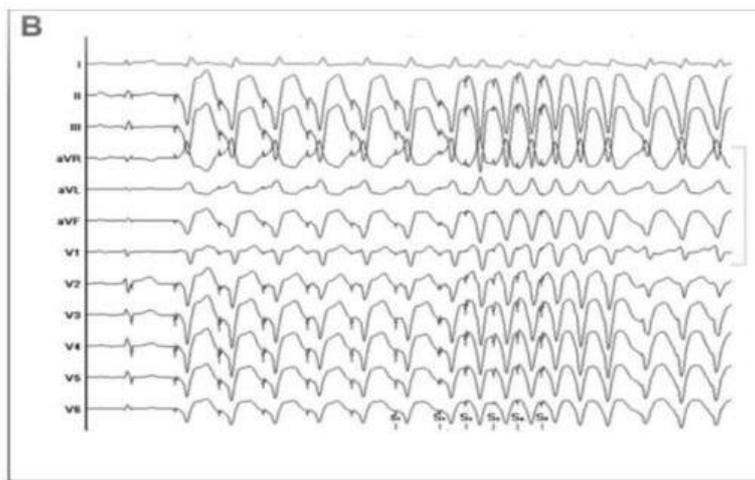
**Figura 5.** Ablación epicárdica. La punción del espacio pericárdico se verifica mediante la inyección de medio de contraste y la manipulación de la guía (flecha) que atraviesa los contornos de ambos ventrículos antes de introducir un catéter 8.5 F para realizar el mapeo epicárdico y la ablación. CS indica catéter en el seno coronario; RA, derivación auricular derecha; VD, derivación del ventrículo derecho; y RVA, catéter en el ápex del ventrículo derecho.



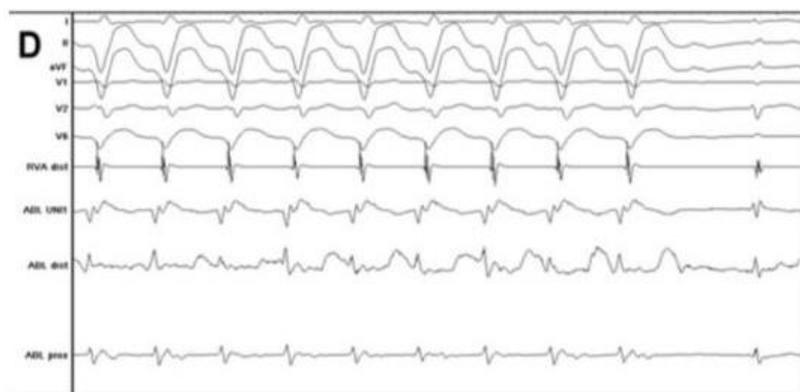
**Figura 6.** Imágenes del mapeo electroanatómico con CARTO en una vista posteroanterior. En este mapa se adquirieron sitios con potenciales tardíos en ritmo sinusal. Los potenciales tardíos se localizan dentro o en el borde de las regiones cicatriciales, lo que indica posibles istmos de TV. El código de colores representa el tiempo de activación local de los potenciales tardíos: la activación temprana se muestra en rojo; activación posterior en amarillo, verde y azul; y última activación en púrpura. El mapa electroanatómico muestra un área más grande (púrpura) de potenciales tardíos en el epicardio (izquierda) que en el endocardio (derecha). Se realizó una ablación exitosa en el epicardio (puntos rojos). La localización del nervio frénico está representada por puntos negros, el anillo aórtico por puntos blancos y los potenciales fraccionados por puntos naranjas.



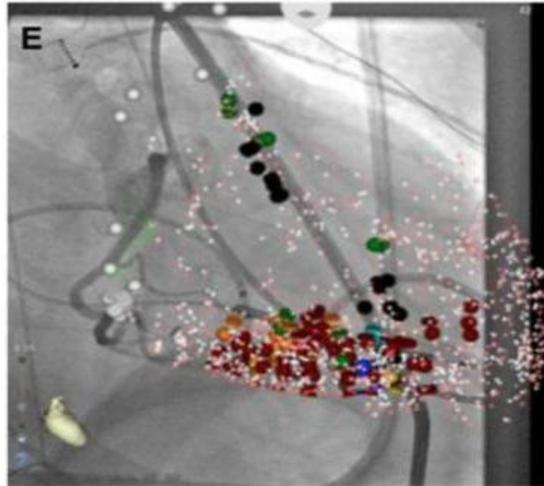
**Figura 7.** ECG de superficie y electrograma local en ritmo sinusal del electrodo de mapeo distal (ABL dist) que muestra un potencial tardío (flecha) registrado en el centro del área de potencial tardío codificada en color púrpura en el mapa electroanatómico.



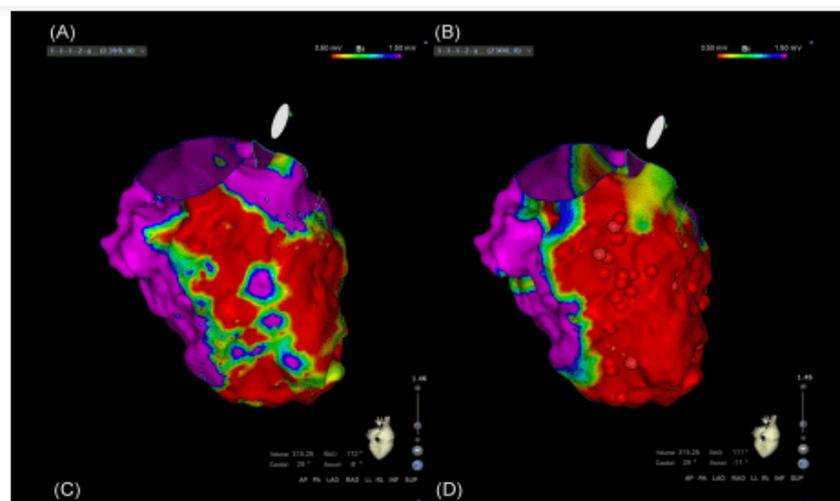
**Figura 8.** La estimulación en este sitio reveló un buen mapa de estimulación (definido por morfologías de QRS coincidentes cuando se estimula en ritmo sinusal y durante la TV), lo que sugiere que el catéter de ablación estaba localizado en una región de istmo potencial del circuito de TV.



**Figura 9.** Aplicación de radiofrecuencia en sitio de potenciales mesodiastólicos que terminó con la TV.



**Figura 10.** La ablación epicárdica (puntos rojos) se realizó a una distancia segura (> 5 mm) de la arteria coronaria derecha (las coronarias se muestran en el mapa) y el nervio frénico, que se localizó mediante marcapasos (puntos negros).



**Figura 11.** Ejemplo de ablación de paciente con TE, con episodios de TV y FV de etiología isquémica. (A) Antes de la ablación (A) y después de la ablación (B).

### Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO).

A falta de todas las demás vías, ECMO sigue siendo una opción para el manejo de TE intratables, generalmente como un puente hacia el tratamiento definitivo (por ejemplo, terapia de ablación o trasplante cardíaco). En un estudio que incluyó a 26 pacientes que recibieron ECMO por choque cardiogénico, 61.5% restauró el ritmo sinusal dentro de las 3 horas posteriores a la ECMO y hubo mayor supervivencia en aquellos que cursaron con TV/FV recurrente alternando con ritmo sinusal <sup>13</sup>.

## **Pronóstico.**

Se ha identificado a la TE como un factor pronóstico adverso independiente, asociado a una mayor mortalidad en prevención secundaria y primaria. La tasa de mortalidad aumenta después de episodios de tormenta en pacientes con miocardiopatía isquémica y no isquémica. Así mismo se asocia con un aumento tasa de hospitalización <sup>1,2,3</sup>. En el estudio MADIT II, los pacientes con tormenta eléctrica tenían un riesgo significativamente mayor de muerte: el índice de riesgo de muerte en los primeros 3 meses, después de la TE, fue de 17.8, en comparación con los pacientes sin TV/FV. el *hazard ratio* disminuyó a 3.5 después de estos primeros 3 meses <sup>12</sup>. Aún no está claro si las taquiarritmias ventriculares o las repetidas descargas de un dispositivo implantable en sí mismas contribuyen a la mortalidad cardiovascular. Un mecanismo potencial es que la FV recurrente produce un aumento de las concentraciones de calcio intracelular que podría contribuir al deterioro de la función sistólica del ventrículo izquierdo. Las descargas repetidas, pueden causar lesión miocárdica que conduce a una inflamación aguda y fibrosis, así como lesión miocárdica o aturdimiento por recurrencia, activando la cascada neurohormonal responsable para el empeoramiento de la insuficiencia cardíaca y la mortalidad cardiovascular <sup>13,14</sup>. La TE también aumenta la tasa de hospitalización y afecta negativamente la calidad de vida de los pacientes con DAI, además de socavar la percepción de seguridad que brinda el dispositivo. Un subanálisis del ensayo SHIELD mostró que las tormentas eléctricas aumentan en 3 veces la hospitalización relacionada con la arritmia ( $p < 0.0001$ ) en comparación con los pacientes con TV/FV aislada. Las terapias con DAI, especialmente las descargas frecuentes y repetidas, tienen efectos psicológicos adversos en los pacientes <sup>1,12</sup>.

## **JUSTIFICACIÓN.**

El pronóstico de la tormenta eléctrica es muy adverso a corto y a largo plazo, con evidencia de un aumento en la mortalidad, necesidad de trasplante cardiaco y hospitalización y una elevada tasa en la recurrencia de arritmias ventriculares <sup>15</sup>. La tormenta eléctrica refractaria al tratamiento médico óptimo y al apoyo hemodinámico requiere de ablación con catéter por radiofrecuencia, lo cual se considera una emergencia electrofisiológica<sup>15</sup>. La experiencia publicada hasta la fecha (sobre todo con la ablación), es muy escasa y ninguna serie ha evaluado el tratamiento integral de la tormenta eléctrica <sup>15</sup>. Aún cuando

este fenómeno es frecuente en el escenario de la patología aguda cardiovascular, no se ha llevado a cabo un registro sistemático de su presentación ni de sus desenlaces a nivel regional ni local. Así mismo, no se ha documentado el tratamiento y evolución de los pacientes que presentan esta condición. Por lo tanto, los datos recabados serán de gran utilidad para conocer el comportamiento de la tormenta eléctrica en nuestro medio y para planear e implementar mejores estrategias de atención a los pacientes aquejados por esta afección cardiovascular.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Cuál es la frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI?

**P=** Pacientes con diagnóstico de tormenta eléctrica ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología.

**I=** No.

**C=** No.

**O=** Frecuencia, características demográficas, tratamiento recibido y desenlaces clínicos.

### **OBJETIVOS.**

#### **General:**

Conocer la frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI.

#### **Específicos:**

1. Registrar los días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares por el diagnóstico de tormenta eléctrica.
2. Registrar tipo y resultados de la terapia farmacológica en el paciente con tormenta eléctrica.
3. Registrar tipo y resultados de la terapia eléctrica en el paciente con tormenta eléctrica.

4. Registrar frecuencia y resultados de la terapia con DAI en el paciente con tormenta eléctrica.
5. Reportar los casos de tormenta eléctrica llevados a terapia de ablación y su resultado.
6. Documentar la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo antes y después de la presentación de la tormenta eléctrica.
7. Reportar la mortalidad en los pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares.

## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **Tipo de diseño:**

Observacional, descriptivo, transversal, retrolectivo.

### **Periodo de estudio:**

Abril 2021 a Junio 2022.

### **Lugar:**

Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI, IMSS.

### **Población:**

Pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI que presenten tormenta eléctrica.

### **Criterios de selección.**

#### 1. Criterios de inclusión:

- Edad  $\geq$  18 años.
- Ambos sexos.
- Admitidos a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares por cualquier diagnóstico.
- Diagnóstico de tormenta eléctrica.

#### 2. Criterios de exclusión:

- Episodios de tormenta eléctrica resultado de eventos adversos o eventos centinela.

#### 3. Criterios de eliminación:

- Pacientes con expedientes incompletos que no permitan reunir la mayor parte de la información plasmada en la hoja de recolección de datos.

### Hipótesis.

La frecuencia de la tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares será del 10%. Se presentará con mayor frecuencia en pacientes del sexo masculino, hipertensos, con tabaquismo y con daño miocárdico previo por cardiopatía isquémica. El tratamiento inicial más frecuente será la terapia eléctrica a través de cardioversión sincronizada (80%), descarga del DAI (50%), desfibrilación (20%) y, posteriormente, administración de infusiones intravenosas de amiodarona y/o lidocaína. La ablación por radiofrecuencia de emergencia se brindará en el 5% de los casos. La mortalidad será de un 10%. El síndrome posparo cardíaco, la lesión renal aguda y la insuficiencia cardíaca serán los desenlaces clínicos más frecuentes.

### Definición y operacionalización de las variables.

| Variable          | Papel dentro del estudio | Definición conceptual   | Definición operacional  | Tipo de variable               | Escala de Medición                         |
|-------------------|--------------------------|---|---|--------------------------------|--|
| <b>Frecuencia</b> | Dependiente              | Número de veces que se repite un hecho o fenómeno en un periodo de tiempo determinado                                     | Numerador:<br>Presencia de tormenta eléctrica<br>Denominador:<br>Pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI. | Cuantitativa continua          | Porcentaje                                 |
| <b>Sexo</b>       | Independiente            | Condición fenotípica que diferencia a la mujer del hombre   | Característica fenotípica del paciente.   | Cualitativa Nominal            | Hombre / Mujer                             |
| <b>Edad</b>       | Independiente            | Periodo transcurrido desde el nacimiento del individuo hasta el momento actual.   | Periodo transcurrido desde el nacimiento del individuo hasta la fecha de ingreso al hospital.   | Cuantitativa Discreta          | Número de años de cada individuo estudiado |
| <b>Diabetes</b>   | Independiente            | Conjunto de trastornos metabólicos con afección sistémica de evolución crónica que se caracteriza por niveles elevados de | Antecedente de padecer estado mórbido caracterizado por hiperglucemia en ayuno >126mg/dl, hemoglobina glucosilada   | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No                             |

|   |               |  |   |                                |  |
|---|---------------|--|---|--------------------------------|--|
|   |               | glucosa sérica.  | >6.5%, glucosa aleatoria >200mg/dl o >200mg/dl medida a las 2 horas de una carga de glucosa (75gr).                         |                                |  |
| <b>Hipertensión arterial sistémica</b>                      | Independiente | Elevación de cifras de presión arterial sistémica por arriba de valores establecidos a través lineamientos nacionales e internacionales  | Pacientes con presión arterial sistólica $\geq 140$ mmHg y/o presión arterial diastólica $\geq 90$ mmHg en sus antecedentes | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Tabaquismo</b>   | Independiente | Uso, dependencia o adicción a tabaco   | Pacientes con tabaquismo en sus antecedentes  | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Síndrome coronario previo</b>                            | Independiente | Antecedente de Infarto de miocardio con elevación del segmento ST o de síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (angina inestable, infarto de miocardio sin elevación del segmento ST) | Antecedente de algún síndrome coronario agudo   | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Amiodarona</b>   | Dependiente   | Fármaco antiarrítmico perteneciente a la Clase III de Vaughan-Williams   | Uso de amiodarona   | Cualitativa nominal            | 1. Bolo<br>2. Infusión<br>3. Ambas<br>4. No                      |
| <b>Lidocaina</b>  | Dependiente   | Fármaco antiarrítmico perteneciente a la Clase Ib de Vaughan-Williams  | Uso de lidocaína  | Cualitativa nominal            | 1. Bolo<br>2. Infusión<br>3. Ambas<br>4. No                      |
| <b>Betabloqueador</b>                                       | Dependiente   | Fármaco antiarrítmico perteneciente a la Clase II de Vaughan-Williams  | Uso de betabloqueador   | Cualitativa nominal            | 1. Bolo<br>2. Infusión<br>3. Ambas<br>4. No                      |
| <b>Sedoanalgesia</b>  | Dependiente   | Terapia encaminada al control del dolor y la ansiedad y a mantener un estado de sueño o coma farmacológico   | Uso de sedantes y analgésicos   | Cualitativa nominal            | 1. Midazolam<br>2. Propofol<br>3. Buprenorfina<br>4. Fentanilo   |
| <b>Cardioversión eléctrica sincronizada/ desfibrilación</b> | Dependiente   | Tratamiento de una taquiarritmia a través de corriente eléctrica interna o externa   | Episodios de cardioversión de eléctrica/ desfibrilación, así como terapias por dispositivos                                 | Cualitativa nominal            | 1. Cardioversión<br>2. Desfibrilación<br>3. Estimulación con DAI |

|  |             |   |   |                                |  |
|--|-------------|---|---|--------------------------------|--|
|  |             |   | implantables de alta energía  |                                |  |
| <b>Estimulación con marcapaso</b>              | Dependiente | Tratamiento de una bradiarritmia a través de corriente eléctrica interna o externa  | Pacientes que requirieron estimulación cardíaca artificial durante su internamiento   | Cualitativa nominal            | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Dispositivos de asistencia circulatoria</b> | Dependiente | Aparatos extracorpóreos encaminados a apoyar y/o mantener el estado circulatorio del paciente   | Pacientes en los que se utilizaron dispositivos de asistencia circulatoria durante el internamiento   | Cualitativa nominal            | 1. BIAC<br>2. ECMO<br>3. Ninguno   |
| <b>Intervención coronaria percutánea</b>       | Dependiente | Procedimiento no quirúrgico que permite realizar dilatación y apertura del vaso obstruido. Implica el uso de guías, balones de angioplastia y endoprótesis coronaria (stent). | Paciente que ingresa a sala de hemodinamia para efectuar angiografía coronaria y realización de angioplastia con balón y colocación de stent. | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Ablación con cateter</b>                    | Dependiente | Tratamiento intervencionista encaminado a suprimir estímulos eléctricos anormales generados por diversas taquiarritmias   | Tratamiento intervencionista de una taquiarritmia inestable refractaria a terapia eléctrica y tratamiento médico óptimo                       | Cualitativa nominal dicotómica | 1. Sí<br>2. No   |
| <b>Desenlaces clínicos</b>                     | Dependiente | Eventos presentados durante la hospitalización del paciente y que se relacionan ya sea con mejoría o deterioro del estado clínico   | Muerte, eventos cardiovasculares mayores adversos   | Cualitativa nominal            | 1. Muerte<br>2. Síndrome posparo cardíaco<br>3. Infarto de miocardio con elevación del segmento ST.<br>4. Insuficiencia cardíaca<br>5. Evento vascular cerebral<br>6. Lesión renal aguda<br>7. Sepsis.<br>8. Días de estancia hospitalaria |
| <b>Muerte</b>                                  | Dependiente | Término de la vida de un individuo  | Término de la vida de los pacientes ingresados al estudio   | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No  |
| <b>Síndrome posparo cardíaco</b>               | Dependiente | Fenómeno fisiopatológico que se presenta cuando existe retorno sostenido de la circulación espontánea   | Fenómeno fisiopatológico que se presenta cuando existe retorno sostenido de la circulación espontánea   | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No  |

|   |             |  |   |                                |         |
|---|-------------|--|---|--------------------------------|---------|
|   |             | posterior a la implementación de soporte vital cardiovascular básico y/o avanzado  | posterior a la implementación de soporte vital cardiovascular básico y/o avanzado y después de la realización de la intervención coronaria percutánea   |                                |         |
| <b>Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST</b> | Dependiente | Síndrome clínico caracterizado por signos típicos de isquemia miocárdica, con elevación de troponinas I o T por arriba del percentil 99 del valor superior de referencia, que presentan elevación persistente del segmento ST por más de 20 minutos o bloqueo de rama izquierda nuevo o que se presume nuevo | Elevación de troponina I, T por encima del percentil 99 del valor superior de referencia más elevación del segmento ST > 0.1mv en 2 derivaciones contiguas. En V2 y V3 La elevación será >0.15mv en mujeres; hombres de >0.20mv en >40 años y >0.25mv en < 40 años. | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No |
| <b>Insuficiencia Cardíaca</b>                                   | Dependiente | Síndrome clínico caracterizado por la incapacidad del corazón para mantener un adecuado gasto cardíaco de acuerdo a la demandas metabólicas del organismo  | FEVI ≤ 50%  | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No |
| <b>Evento vascular cerebral</b>                                 | Dependiente | Fenómeno trombótico o hemorrágico a nivel de la vasculatura cerebral, posterior a la realización de intervención coronaria percutánea  | Fenómeno trombótico o hemorrágico a nivel de la vasculatura cerebral, posterior a la realización de intervención coronaria percutánea   | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No |
| <b>Lesión renal aguda</b>                                       | Dependiente | Incremento ≥ 0.3 mg/dl de la creatinina basal del paciente posterior a la realización de intervención coronaria percutánea   | Incremento ≥ 0.3 mg/dl de la creatinina basal del paciente posterior a la realización de intervención coronaria percutánea  | Cualitativa nominal dicotómica | Sí / No |
| <b>Sepsis</b>   | Dependiente | Síndrome clínico   | Infección   | Cualitativa                    | Sí / No |

|                                      |             |  |  |                       |                                       |
|--------------------------------------|-------------|--|--|-----------------------|---------------------------------------|
|                                      |             | caracterizado por un proceso infeccioso aunado a una disfunción orgánica | sospechada o documentada más la presencia de una disfunción orgánica                     | nominal dicotómica    |                                       |
| <b>Días de estancia hospitalaria</b> | Dependiente | Días que permanece internado el paciente en el hospital                  | Días que permanece internado el paciente en el Hospital de Cardiología del CMN Siglo XXI | Cuantitativa discreta | Días totales de estancia hospitalaria |

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Estudio de tipo descriptivo. Para el rubro de frecuencia tomamos como numerador el número de veces que se repite un proceso periódico o una variable en un periodo de tiempo dado (en este caso, presencia de tormenta eléctrica) y como denominador la población expuesta a que le suceda el hecho que aparece en el numerador (en este caso, pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI). Las variables cualitativas fueron expresadas como frecuencias absolutas y relativas. Para las variables de tipo cuantitativo se determinó el tipo de distribución mediante la prueba de Kolmogorov-Sminorv, histogramas, sesgo y curtosis. Se describieron las medidas de tendencia central y dispersión como media y desviación estándar respectivamente y para aquellas con distribución no paramétrica con mediana y rangos intercuartílicos. Se compararon las medias para la fracción de eyección de ventrículo izquierdo en el período pretormenta y postormenta eléctrica mediante prueba T para muestras relacionadas; definiendo una significancia estadística mediante  $p < 0.05$ . Se utilizó el paquete estadístico SPSS en su última versión.

## ASPECTOS ÉTICOS.

**1. Riesgo de la investigación:** De acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, el estudio se clasifica como sin riesgo (referir: Reglamento de La Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html> fecha de acceso octubre 2018), ya que se revisaron los expedientes clínicos de los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión.

Todos los procedimientos que se llevaron a cabo en el presente proyecto de investigación se apegaron a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y a la Declaración de Helsinki y sus enmiendas.

**2. Contribuciones y beneficios:** En el estudio actual los participantes no recibieron beneficio directo, pero los resultados obtenidos contribuirán a conocer sobre la frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI. Ello permitirá plantear nuevas hipótesis con el fin de mejorar la atención de la población derechohabiente y desarrollar otras líneas de investigación relacionadas a este tema.

**3. Confidencialidad:** Los investigadores garantizamos que la información obtenida de las hojas de recolección de datos fueron plenamente anónimas y no vinculables a los individuos a los cuales pertenecen. Con esto aseguramos que no pueda derivarse de esta investigación alguna información sobre estos participantes. Por lo tanto, realizamos los siguientes procedimientos: 1) Asignamos un número de folio a cada participante, 2) Capturamos la información de acuerdo a ese número de folio y no utilizamos su nombre, ni algún otro dato que pueda, en un momento determinado, revelar la identidad del participante. 3) La información obtenida de la presente investigación se guardo en un sitio al que sólo los investigadores tuvieron acceso. Finalmente, cuando los resultados del estudio sean publicados o presentados en conferencias, no se dará información que pudiera revelar la identidad de los participantes.

**4. Condiciones en las que se solicita el consentimiento informado:** Considerando que el presente estudio se catalogó sin riesgo y que sólo se obtuvo información de los expedientes clínicos, no se requirió de carta de consentimiento informado.

**5. Forma de selección de los pacientes:** Se estudiaron a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. De ninguna manera se dejó de incluir ni se dio preferencia de algún paciente sobre otro.

Este estudio estuvo apegado a los principios éticos dado que fue realizado por un especialista en el área clínica correspondiente (Cuidados Intensivos Cardiovasculares). El protocolo fue evaluado por un grupo de expertos ya que se solicitó la autorización del protocolo por el Comité Local de Investigación en Salud y por el Comité de Ética en Investigación.

## **RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD.**

### **Recursos humanos:**

- Dr. Alberto Nicolás Rodríguez Villarreal. Residente de 3<sup>er</sup> año del Curso de Especialización en Cardiología. UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS. Matrícula: 99286895. Correo electrónico: albertonrv@hormail.com Teléfono: 8441799132.
- Dr. Marco Antonio Robles Rangel. Cardiólogo adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares. UMAE Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS. Matrícula: 99352741. Correo electrónico: mroblesrangel@yahoo.com.mx Teléfono: 56276900, Ext. 22100.

### **Experiencia de los investigadores:**

Amplia y acorde con el tema de estudio.

### **Recursos físicos:**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la UMAE Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. Se solicitó autorización por parte de la Dirección de Educación e Investigación para la consulta de expedientes clínicos. Para la creación de base datos y análisis de la información se utilizó equipo de cómputo propiedad de los investigadores.

### **Recursos financieros:**

El presente estudio no requirió financiamiento económico ni insumos que hayan generado gastos por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social.

### **Tiempo para desarrollarse:**

Tres meses desde la evaluación por el comité de investigación.

### **Factibilidad:**

El estudio fue factible y se realizó en el tiempo estimado y con los recursos establecidos.

### **RESULTADOS**

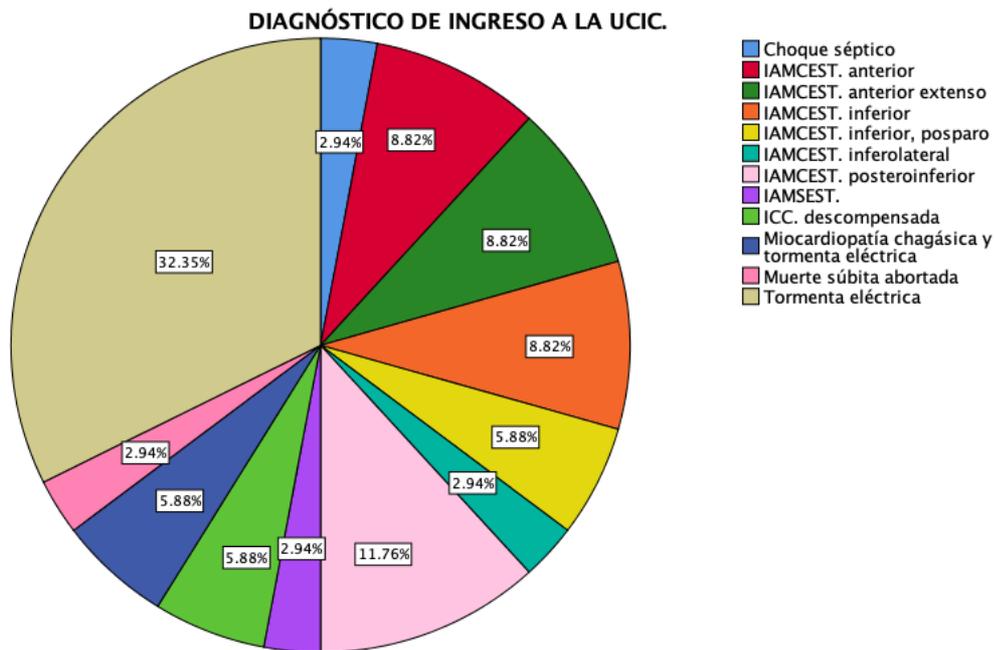
A la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares ingresaron un total de 1960 pacientes durante el periodo de estudio. En este tiempo, se estableció el diagnóstico de tormenta eléctrica en 34 pacientes. Por lo tanto, la frecuencia de presentación de la tormenta eléctrica fue del 1.7%. Fue más frecuente en hombres (70.6%), (representa 24 pacientes), con una media de edad en su presentación de 65.3 años.

Las patologías crónicas más frecuentemente encontradas fueron hipertensión arterial sistémica (78.1%), tabaquismo (46.9%) y finalmente diabetes mellitus (40.6%). El 35.3% (12 pacientes), tuvieron el antecedente de cardiopatía isquémica (infarto de miocardio). En el cuadro 1 se describen las comorbilidades y toxicomanías de los sujetos evaluados.

|  | <b>%</b>    | <b>n</b> |
|--|-------------|----------|
| <b>Hipertensión arterial sistémica</b> | 78.1        | 25       |
| <b>Tabaquismo</b>                      | 46.9        | 15       |
| <b>Diabetes</b>                        | 40.6        | 13       |
| <b>Obesidad</b>                        | <b>28.1</b> | <b>9</b> |

**Cuadro 1.** Detalles de comorbilidades y toxicomanías en población analizada. Resultados descritos como porcentaje ponderado a 100.00 % y valor absoluto. Fuente: Investigación propia.

El principal diagnóstico de ingreso a la unidad de cuidados Intensivos Cardiovasculares fue infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST; los detalles de los diagnósticos de ingreso se encuentran en la figura 1. De los pacientes estudiados, 20 (58.8%), tuvieron el diagnóstico de síndrome coronario agudo, principalmente infarto de miocardio con elevación del segmento ST (18 pacientes, lo que representa el 90%).



**Figura 1.** Gráfico circular con diagnóstico de ingreso a UCIC. UCIC.: Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares.

Las principales localizaciones de los infartos fueron anterior con un 30% (6 pacientes), seguido de inferior con un 25% (5 pacientes), posteroinferior en el 20% (3 pacientes), anterior extenso en el 15% (3 pacientes) y anteroseptal en el 5% (1 paciente), infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST en 2 pacientes (10%)

El 58.8% de la población (20 pacientes) se sometieron a coronariografía e intervención coronaria percutánea; en el 55% (11 pacientes) de los casos la ICP fue exitosa, fue fallida en el 45% (9 pacientes) de los casos.

La principal arteria responsable del infarto fue la descendente anterior en el 60% (12 pacientes) de los casos, seguido de coronaria derecha en el 45% (9 pacientes); en el 5% (1 paciente) de los casos la arteria responsable fue la circunfleja. En el 35% (7 pacientes) de la población se encontró enfermedad de un vaso principal, en el 15% (3 pacientes) enfermedad de 2 vasos, en el 45% (9 pacientes) enfermedad de 3 vasos o más.

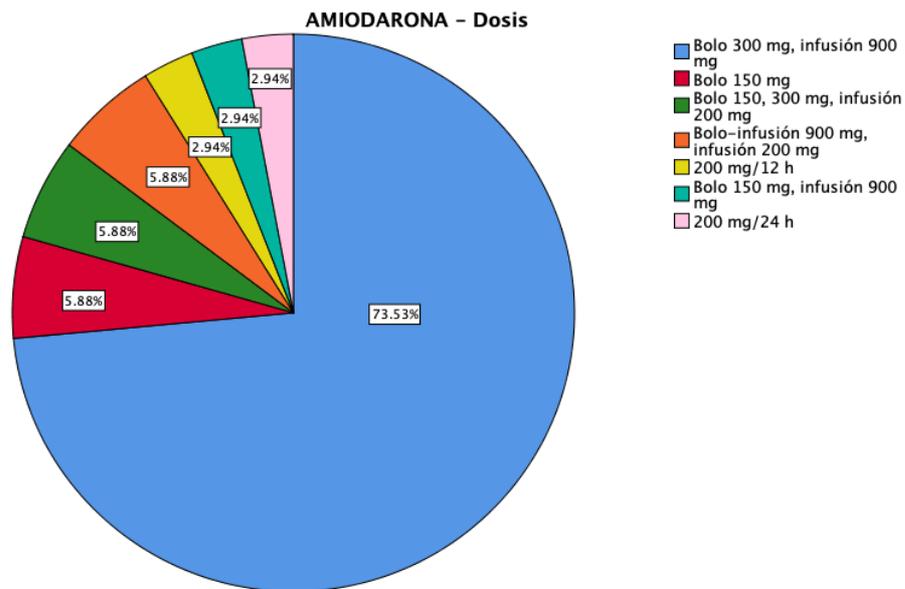
La arritmia más frecuentemente presentada en la tormenta eléctrica fue la taquicardia ventricular monomórfica. Los detalles del tipo de arritmia se encuentran en el cuadro 2.

|   | POBLACIÓN GENERAL (N= 34) |    |
|---|---------------------------|----|
|   | %                         | n  |
| <b>Fibrilación ventricular</b>  | 2.9                       | 1  |
| <b>Fibrilación ventricular y taquicardia ventricular monomórfica</b>              | 20.6                      | 7  |
| <b>Fibrilación ventricular, taquicardia ventricular monomórfica y polimórfica</b> | 5.9                       | 2  |
| <b>Taquicardia ventricular monomórfica</b>  | 58.8                      | 20 |
| <b>Taquicardia ventricular monomórfica sostenida</b>                              | 5.9                       | 2  |
| <b>Taquicardia ventricular polimórfica</b>  | 2.9                       | 1  |
| <b>Taquicardia ventricular y fibrilación ventricular</b>                          | 2.9                       | 1  |

**Cuadro 2.** Detalles de tipo de arritmia presentada en población general y por tormenta eléctrica. Resultados descritos como porcentaje ponderado a 100.00 % y conteo absoluto. Fuente: Investigación propia.

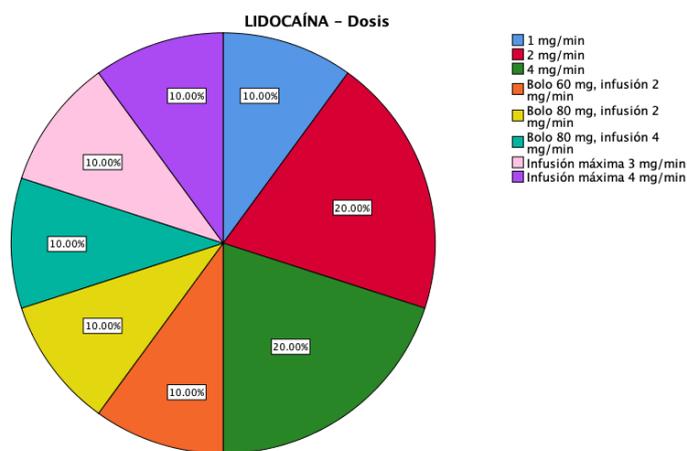
El 100% de los pacientes requirió terapia eléctrica. 58.8% ameritaron cardioversión sincronizada, 38.3% necesitaron de cardioversión y desfibrilación y sólo 2.9% requirieron desfibrilación. Se cuantificó una dosis acumulada de Joules utilizados como terapia eléctrica con una media de 757.67.

En el 100% de los pacientes se utilizó amiodarona. La principal dosis de amiodarona utilizada en los sujetos fue bolo de 300 mg con infusión de 900 mg, siendo aplicada en el 73.50 % (n= 25) de lo sujetos, los detalles de la distribución de dosis se encuentran en la figura 2.



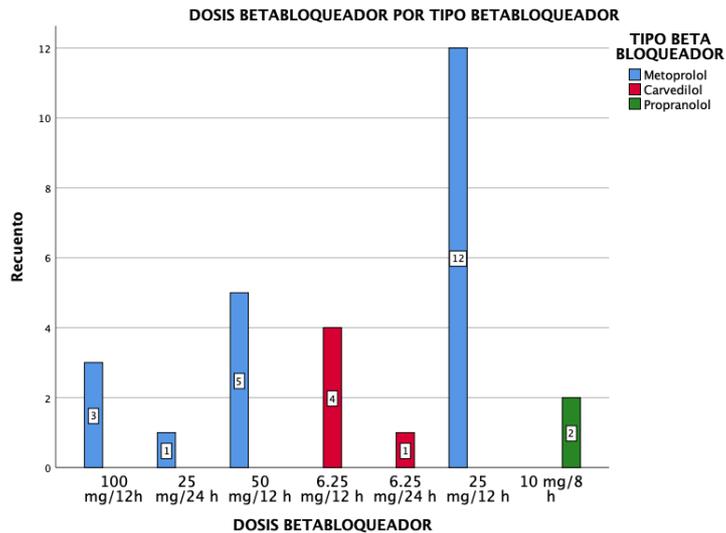
**Figura 2.** Gráfico circular con distribución de dosis de amiodarona.

Se utilizó lidocaína en el 29.40 % (10 pacientes) de la población. Los detalles de las dosis de lidocaína utilizadas se encuentran en la figura 3.



**Figura 3.** Gráfico circular con distribución de dosis de lidocaína.

Se utilizó  $\beta$ -Bloqueador en el 82.40 % (28 pacientes). El principal  $\beta$ -Bloqueador utilizado fue metoprolol en el 75% (21 pacientes), seguido por carvedilol en el 17.90 % (5 pacientes) y propranolol en el 7.10 % (2 pacientes); en la figura 4 se muestran las dosis de  $\beta$ -Bloqueadores utilizadas.



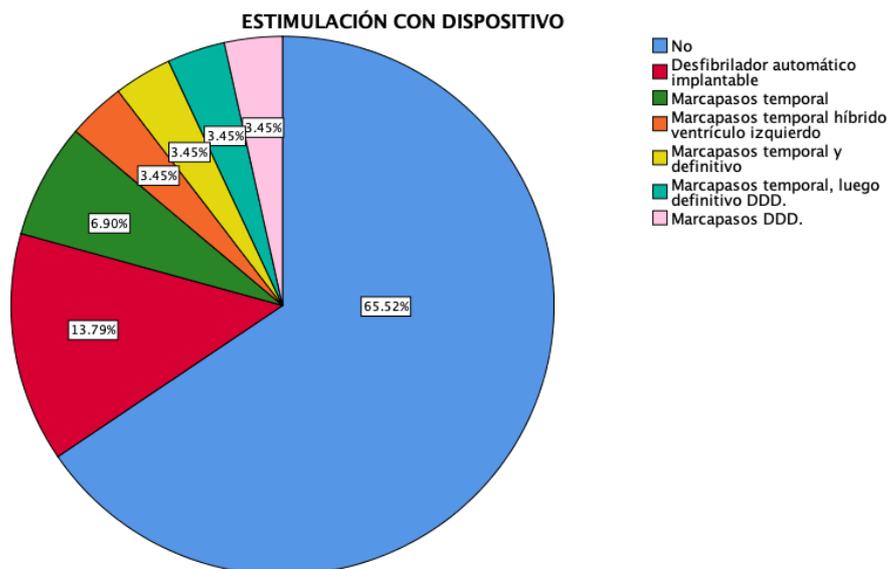
**Figura 4.** Gráfico de barras con distribución para dosis por tipo de  $\beta$ -Bloqueador.

Se utilizó sulfato de magnesio en el 45.20 % (14 pacientes) de los casos; la dosis más frecuentemente usada fue 2g/24 h, en el 85.70 % (representa 12 pacientes) de los sujetos mientras que el 14.30 % (representa 2 pacientes) utilizaron una dosis de 1 g/24 h.

El 82.40 % (28 pacientes) de la población estudiada se utilizó sedoanalgesia, en el 89.3% (25 pacientes) se utilizó buprenorfina, en 82.10 % (23 pacientes) midazolam, en 35.7 % (10 pacientes) se utilizó propofol, en 3.57% (1 paciente) se utilizó fentanil y dexmedetomedina.

5 pacientes ingresaron con DAI y a 9 pacientes se les implantó DAI (por primera vez) durante la hospitalización. En total, 14 pacientes (que representa el 41.1%) tuvieron un dispositivo de alta energía.

Los detalles de la estimulación con dispositivo utilizados durante la hospitalización en los pacientes se encuentran en la figura 5.



**Figura 5.** Gráfico circular con distribución de estimulación con dispositivo.

En el 7.1 % (2 pacientes) de los sujetos se utilizó dispositivo de asistencia circulatoria, el 100 % se utilizó balón intra-aórtico de contrapulsación.

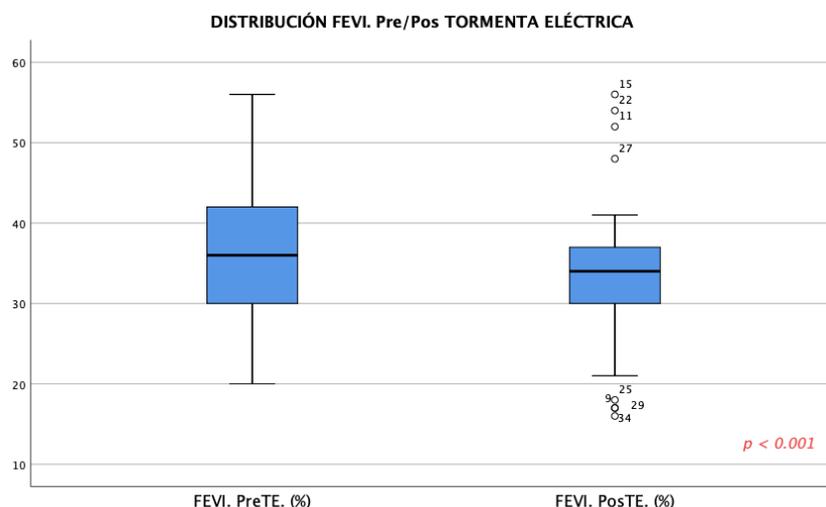
La ablación por radiofrecuencia en este contexto se otorgó en el 14.7% (5 pacientes) y fue exitosa en el 80% de ellos (4 pacientes), en el 20% (representa un paciente) se suspendió procedimiento por degeneración a fibrilación ventricular.

La media de la FEVI previa a la presentación de tormenta eléctrica fue del 37.3% y posterior a la resolución de la tormenta eléctrica de 33.3%. 29.4% de los pacientes se ubicaron en un escenario de síndrome posparo cardiaco.

Los detalles de la FEVI se encuentran en el cuadro 3 y figura 6; se presentó diferencia estadísticamente significativa para una menor FEVI en el período posterior a tormenta eléctrica ( $p < 0.001$ ).

|                     | POBLACIÓN GENERAL (N= 34) |           |
|---------------------|---------------------------|-----------|
|                     | $\bar{X}$ (DE.)           | MÍN-MÁX   |
| <b>FEVI. PreTE.</b> | 37.30 (9.187)             | 20.0-56.0 |
| <b>FEVI. PosTE.</b> | 33.30 (9.986)             | 16.0-56.0 |

**Cuadro 3.** Detalles cuantitativos para valores de FEVI. PreTE/PosTE por tormenta eléctrica. Resultados descritos como media (Desviación estándar). FEVI.: Fracción de Eyección de Ventrículo Izquierdo, PosTE: PosTormenta Eléctrica, PreTE: PreTormenta Eléctrica. Fuente: Investigación propia.



**Figura 6.** Gráfico boxplot con distribución de FEVI. PreTE/PosTE por tormenta eléctrica. FEVI.: Fracción de Eyección de Ventrículo Izquierdo, PosTE: PosTormenta Eléctrica, PreTE: PreTormenta Eléctrica. \* Prueba T para muestras independientes.

En el 85.2% (29 pacientes) tuvo desenlace de alta a domicilio con cita a consulta de cardiología en tercer nivel, en el 14.70 % (5 pacientes) se presentó defunción, el 32% (11 pacientes) egresó con seguimiento a clínica de falla cardiaca. No se logró documentar la frecuencia de lesión renal aguda posterior al desarrollo de la tormenta eléctrica.

La estancia promedio en Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares fue 10.1 días. La mortalidad fue del 14.7 % (5 pacientes).

## Discusión

En este estudio se observan las características, tratamiento utilizado y desenlaces de los pacientes con tormenta eléctrica ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares del Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI.

En cuanto a las características demográficas encontradas en nuestro estudio se observa que la frecuencia de la enfermedad es superior en hombres, y la media de edad de presentación de la enfermedad es de 65.3 años, datos que coinciden con metaanálisis en las características demográficas de tormenta eléctrica.

En los resultados del estudio se observa que se utilizaron  $\beta$ -bloqueadores en el 82.4% de los pacientes, uso que se respalda en estudios como MADIT II, en donde se demostró que el uso de  $\beta$ -bloqueadores disminuye el riesgo de presentar arritmias ventriculares que requieran terapia eléctrica para su resolución, teniendo también utilidad en detener arritmias ventriculares con uso de  $\beta$ -bloqueador por vía intravenosa incluso en pacientes que ya utilizaban  $\beta$ -bloqueadores por vía oral, sin embargo, en los resultados observados en este estudio se encuentra que se utilizaron únicamente  $\beta$ -bloqueadores por vía oral<sup>1,3,5</sup>.

En nuestro estudio observamos que el tratamiento más comúnmente utilizado en pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI es con amiodarona, ya que en el 100% de los pacientes con este diagnóstico se utilizó este tratamiento durante el curso de su enfermedad, en OPTIC se demostró la eficacia de la amiodarona en la reducción de arritmias ventriculares que requirieran terapia eléctrica para su resolución, con reducción de 56% del riesgo en comparación con los pacientes tratados con  $\beta$ -bloqueador solo. La administración intravenosa de amiodarona en pacientes que se encuentran con terapia oral con amiodarona puede suprimir un episodio de tormenta eléctrica, en nuestro estudio se utilizó también esta estrategia terapéutica (Ver figura 2) <sup>1,2</sup>.

En nuestro estudio se observó que se realizó ablación en el 16.10 % (n= 5) de los pacientes, encontrándose como localización de la arritmia en ventrículo izquierdo en el 60% de los casos, realizándose ablación exitosa en el 100% de los casos, incluyendo ablación epicárdica y endocárdica, no se presentó mortalidad en estos casos durante el procedimiento, la cual es baja según lo reportado en la literatura, contándose con un metaanálisis de 471 pacientes en donde se presentó una mortalidad de 0.6%.

Se observa también que el desenlace más común en estos pacientes fue el alta hospitalaria con cita y seguimiento por la consulta externa, en MADIT II se observó que los pacientes con tormenta eléctrica tenían un riesgo significativamente mayor de muerte, con un índice de riesgo de muerte en los primeros 3 meses, después de la TE, fue de 17.8, en comparación con los pacientes sin TV/FV, en este estudio se observó una mortalidad en el 16.7 % (n=5) de los pacientes.

## CONCLUSIONES

A la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares ingresaron un total de 1960 pacientes durante el periodo de estudio. En este tiempo, se estableció el diagnóstico de tormenta eléctrica en 34 pacientes, representando una frecuencia de presentación del 1.7%. Fue más frecuente en hombres, con una media de edad en su presentación de 65.3 años. Las patologías crónicas más frecuentemente encontradas fueron hipertensión arterial sistémica, tabaquismo y diabetes. De los pacientes estudiados, el 58.8% tuvieron el diagnóstico de síndrome coronario agudo, principalmente infarto de miocardio con elevación del segmento ST. El 100% de los pacientes requirió terapia eléctrica. El antiarrítmico más utilizado fue amiodarona, seguido de  $\beta$ -Bloqueadores y lidocaína. 14 pacientes tuvieron un dispositivo de alta energía. La ablación por radiofrecuencia en este contexto se otorgó en el 14.7% de los pacientes, siendo exitosa en el 80% de ellos. La media de la FEVI previa a la presentación de tormenta eléctrica fue del 37.3% y posterior a la resolución de la tormenta eléctrica de 33.3%. La estancia promedio en Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares fue 10.1 días. La mortalidad fue del 14.7 %.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Elsokkari I, Sapp JL. Electrical storm: Prognosis and management. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021 May-Jun;66:70-79. doi: 10.1016/j.pcad.2021.06.007. PMID: 34332662.
2. Sagone A. Electrical Storm: Incidence, Prognosis and Therapy. *J Atr Fibrillation.* 2015 Dec 31;8(4):1150. doi: 10.4022/jafib.1150. PMID: 27957218; PMCID: PMC5135177.
3. Geraghty L, Santangeli P, Tedrow UB, et al. Contemporary Management of Electrical Storm. *Heart Lung Circ.* 2019 Jan;28(1):123-133. doi: 10.1016/j.hlc.2018.10.005. Epub 2018 Oct 15. PMID: 30554598.
4. Haegeli LM, Della Bella P, Brunckhorst CB. Management of a Patient With Electrical Storm: Role of Epicardial Catheter Ablation. *Circulation.* 2016 Feb 16;133(7):672-6. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016336. PMID: 26884622.
5. Kowlgi GN, Cha YM. Management of ventricular electrical storm: a contemporary appraisal. *Europace.* 2020 Dec 23;22(12):1768-1780. doi: 10.1093/europace/euaa232. PMID: 32984880.
6. Martins RP, Urien JM, Barbarot N, et al. Effectiveness of Deep Sedation for Patients With Intractable Electrical Storm Refractory to Antiarrhythmic Drugs. *Circulation.* 2020 Oct 20;142(16):1599-1601. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047468. Epub 2020 Oct 19. PMID: 33074763.
7. Bundgaard JS, Jacobsen PK, Grand J, et al. Deep sedation as temporary bridge to definitive treatment of ventricular arrhythmia storm. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2020 Sep;9(6):657-664. doi: 10.1177/2048872620903453. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32193944.
8. Ruiz-Hernández PM, Atienza F, Díaz-González L, Loughlin G, Torrecilla EG, Ávila P, Datino T, Arenal Á, Fernández-Avilés F. Tratamiento con radiofrecuencia de la tormenta eléctrica: evolución y seguimiento [Radiofrequency treatment for electrical storm: evolution and monitoring]. *Arch Cardiol Mex.* 2020;90(4):379-388. Spanish. doi: 10.24875/ACM.20000345. PMID: 33373342.
9. Chihara RK, Chan EY, Meisenbach LM, et al. Surgical Cardiac Sympathetic Denervation for Ventricular Arrhythmias: A Systematic Review. *Methodist Debaquey*

- Cardiovasc J. 2021 Apr 5;17(1):24-35. doi: 10.14797/QIQG9041. Epub 2021 Mar 25. PMID: 34104317; PMCID: PMC8158456.
10. Chung FP, Liao YC, Lin YJ, et al. Outcome of rescue ablation in patients with refractory ventricular electrical storm requiring mechanical circulation support. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020 Jan;31(1):9-17. doi: 10.1111/jce.14309. Epub 2019 Dec 15. PMID: 31808239.
  11. Ballout JA, Wazni OM, Tarakji KG, et al. Catheter Ablation in Patients With Cardiogenic Shock and Refractory Ventricular Tachycardia. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020 May;13(5):e007669. doi: 10.1161/CIRCEP.119.007669. Epub 2020 Apr 12. PMID: 32281407; PMCID: PMC7285871.
  12. Kontogiannis C, Tampakis K, Georgiopoulos G, et al. Electrical Storm: Current Evidence, Clinical Implications, and Future Perspectives. *Curr Cardiol Rep*. 2019 Jul 27;21(9):96. doi: 10.1007/s11886-019-1190-0. PMID: 31352528.
  13. Dyer S, Mogni B, Gottlieb M. Electrical storm: A focused review for the emergency physician. *Am J Emerg Med*. 2020 Jul;38(7):1481-1487. doi: 10.1016/j.ajem.2020.04.017. Epub 2020 Apr 10. PMID: 32345562.
  14. Zarse M, Hasan F, Khan A, et al. Electrical storm : Recognition and management. *Herzschriltmacherther Elektrophysiol*. 2020 Mar;31(1):55-63. German. doi: 10.1007/s00399-020-00672-0. Epub 2020 Feb 14. PMID: 32060611.
  15. Ruíz HP, Atienza F, Díaz GL, et al. Tratamiento con radiofrecuencia de la tormenta eléctrica: evolución y seguimiento. *Arch Cardiol Mex*. 2020;90(4):379-388.

**ANEXO.**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CMN SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA  
HOJA DE CAPTURA DE DATOS**

Frecuencia, características demográficas, tratamiento y desenlaces clínicos de pacientes con tormenta eléctrica en la Unidad de Cuidados Intensivos Cardiovasculares de la UMAE Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI.

1. FOLIO \_\_\_\_\_

2. EDAD: \_\_\_\_\_

3. GÉNERO: 1. MASCULINO ( ) 2. FEMENINO ( )

4. ANTECEDENTE FAMILIAR DE CARDIOPATÍA ISQUÉMICA SI ( ) NO ( )

5. HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA: SI ( ) NO ( )

6. DIABETES MELLITUS: SI ( ) NO ( )

7. DISLIPIDEMIA: SI ( ) NO ( )

8. TABAQUISMO: SI ( ) NO ( )

9. OBESIDAD: SI ( ) NO ( )

10. SÍNDROME CORONARIO PREVIO SI ( ) NO ( )

DATOS COMPLEMENTARIOS \_\_\_\_\_

11. DIAGNÓSTICO(S) DE INGRESO A LA UCICV \_\_\_\_\_

12. IAMCEST: SI ( ) NO ( )

13. SCA SEST: SÍ ( ) NO ( )

14. LOCALIZACIÓN DEL INFARTO: 1. ANTERIOR ( ) 2. INFERIOR ( ) 3. LATERAL ( ) 4. VENTRÍCULO DERECHO ( ) 5. POSTERIOR ( )

15. ARTERIA RESPONSABLE: 1. TRONCO CORONARIO IZQUIERDO ( ) 2. DESCENDENTE ANTERIOR ( )  
3. CIRCUNFLEJA ( ) 4. CORONARIA DERECHA ( )  
5. OTRA ( )

16. ENFERMEDAD ATEROMATOSA DE MÚLTIPLES VASOS: SI ( ) NO ( )

17. NUMERO DE VASOS AFECTADOS: 1 VASO ( ) 2 VASOS ( ) 3 VASOS ( ) >3 VASOS ( )

18. INTERVENCIÓN CORONARIA PERCUTANEA (ICP): SI ( ) NO ( )

19. ICP EXITOSA SÍ ( ) NO ( )

20. TIPO DE ARRITMIA: 1. TAQUICARDIA VENTRICULAR MONOMÓRFICA. 2. TAQUICARDIA VENTRICULAR POLIMÓRFICA 3. FIBRILACIÓN VENTRICULAR

21. PACIENTE CON DAI: SÍ ( ) NO ( )

22. DATOS COMPLEMENTARIOS AL INTERROGATORIO DEL DAI \_\_\_\_\_

23. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO IMPLEMENTADO:

1. AMIODARONA ( )  
ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_

2. LIDOCAÍNA ( )  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
3. BETABLOQUEADOR ( )  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
4. SULFATO DE MAGNESIO ( )  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
5. SEDACIÓN ( )  
 TIPO \_\_\_\_\_
6. ANALGESIA ( )  
 TIPO \_\_\_\_\_
7. OTRO ( )  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_

**24. TERAPIA ELÉCTRICA IMPLEMENTADA:**

1. CARDIOVERSIÓN SINCRONIZADA ( ) ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
2. DESFIBRILACIÓN ( ) ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
3. ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA CON MARCAPASO ( )  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_
4. DAI ( ) ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_

**25. ABLACIÓN CON CATÉTER:** SÍ ( ) NO ( ) TIPO Y  
 ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_

**26. DISPOSITIVO DE ASISTENCIA CIRCULATORIA:** SÍ ( ) NO ( )  
 TIPO \_\_\_\_\_

**27. FRACCIÓN DE EXPULSIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO:** 1. PREVIA A LA TROMENTA ELÉCTRICA \_\_\_\_\_  
 2. POSTERIOR A LA TORMENTA ELÉCTRICA \_\_\_\_\_

**28. DESENLACES CLÍNICOS**

1. MUERTE ( ) 2. SÍNDROME POSPARO CARDIACO ( ) 3. INFARTO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST ( )  
 4. INSUFICIENCIA CARDIACA 5. EVENTO VASCULAR CEREBRAL ( ) 6. LESIÓN RENAL AGUDA ( ) 7. SEPSIS ( ) 8. DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA ( )

**29. DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA** \_\_\_\_\_

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS.

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>ATP</b>      | <b>TERAPIA ANTITAQUICARDIA</b>                                  |
| <b>BIAC</b>     | <b>BALÓN INTRAÓRTICO DE CONTRAPULSACIÓN</b>                     |
| <b>CMN</b>      | <b>CENTRO MÉDICO NACIONAL</b>                                   |
| <b>DAI</b>      | <b>DEFIBRILADOR AUTOMÁTICO IMPLANTABLE</b>                      |
| <b>ECMO</b>     | <b>OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA</b>                   |
| <b>ECG</b>      | <b>ELECTROCARDIOGRAMA</b>                                       |
| <b>FEVI</b>     | <b>FRACCIÓN DE EXPULSIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO</b>           |
| <b>FV</b>       | <b>FIBRILACIÓN VENTRICULAR</b>                                  |
| <b>IAMCEST</b>  | <b>INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACION DEL SEGMENTO ST</b> |
| <b>ICP</b>      | <b>INTERVENCION CORONARIA PERCUTANEA</b>                        |
| <b>IM</b>       | <b>INFARTO DE MIOCARDIO</b>                                     |
| <b>SCA SEST</b> | <b>SINDROME CORONARIO AGUDO SIN ELEVACION DEL SEGMENTO ST</b>   |
| <b>TE</b>       | <b>TORMENTA ELÉCTRICA</b>                                       |
| <b>TV</b>       | <b>TAQUICARDIA VENTRICULAR</b>                                  |
| <b>UMAE</b>     | <b>UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD</b>                       |