



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

*SEGURIDAD Y EFICACIA DE LA ABLACIÓN CON RADIOFRECUENCIA
EN PACIENTES PEDIÁTRICOS: EXPERIENCIA DE 15 AÑOS EN EL
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ.*

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN

CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

DRA. GABRIELA ISABEL PEREIRA LÓPEZ

ASESOR: DR. PEDRO ITURRALDE TORRES

CIUDAD DE MÉXICO

JULIO, 2016





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

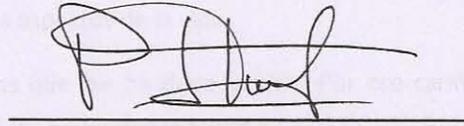
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

ASESOR DE TESIS:

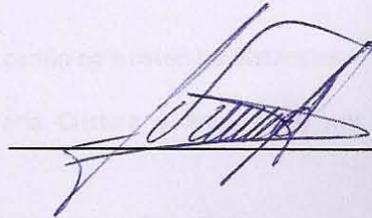
JEFE DE SERVICIO DE ELECTROCARDIOLOGÍA

DR. PEDRO ITURRALDE TORRES



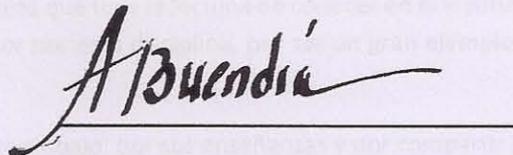
DIRECTOR DE ENSEÑANZA:

DR. JUAN VERDEJO PARIS



JEFE DE SERVICIO DE CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA:

DR. ALFONSO BUENDÍA HERNÁNDEZ



MÉDICO RESIDENTE DE CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA:

DRA. GABRIELA ISABEL PEREIRA LÓPEZ



AGRADECIMIENTOS

A mis papás, por ser el mejor ejemplo de vida y amor que puedo recibir diariamente. Por ser mi compañía y guía en todos los momentos y por darme las herramientas para alcanzar mis sueños y mis metas.

A Carlos, por ser mi compañero de vida y mi hogar; mi fortaleza y mi inspiración. Por la hermosa familia que estamos formando y por demostrarme todos los días su amor y su cariño. Por motivarme diariamente a no darme por vencida y ser mejor en todos los aspectos de la vida.

A Mariana, Santi y Xime, por ser los regalos más hermosos que me ha dado la vida. Por ese cariño incondicional y ejemplo de bondad y alegría. No hay día que no se ilumine con una sonrisa de ustedes.

A mi Abe y mi tía Silvia, por la confianza y cariño.

A mis Abuelos Antonio, Margarita, Rufino y Susana, y a mi tía Irene, porque sé que siguen acompañándome en este largo camino.

A mi familia en Uruguay, por demostrarme que cuando hay cariño no existen las distancias.

A mi suegra María Cristina, a mis cuñados Héctor, María Cristina y Ana Laura, por todas las demostraciones de apoyo y de cariño.

A mis amigos Meche, Chivis, Moni, Ale, Javier y Jesús, por seguir creciendo juntos.

A Lucía, Alma, Jero, Fer, Lalo y Thalia, porque seguimos superando todos los obstáculos de la medicina juntos.

A mis maestros, el Dr. Alfonso Buendía, el Dr. Juan Calderón, la Dra. Emilia Patiño, la Dra. Irma Miranda y el Dr. Leonardo Rivera, y todos los excelentes Cardiólogos que tuve la fortuna de conocer en el Instituto Nacional de Cardiología, por compartir su pasión y amor por esta disciplina, por ser un gran ejemplo a seguir.

Al Dr. Pedro Iturralde por todo su apoyo para lograr este trabajo, por sus enseñanzas y por compartir su tiempo y conocimiento en este camino de la Cardiología Pediátrica.

A todos los pacientes del Instituto Nacional de Cardiología, que son los mejores maestros y por todas las lecciones de vida que aprendo de ellos. Por ser unos verdaderos guerreros. Sin duda su sonrisa y cariño son el mejor reconocimiento.

CONTENIDO

Introducción.....	1
Marco teórico.....	3
Planteamiento del problema.....	10
Preguntas de Investigación.....	11
Justificación.....	12
Objetivos.....	13
Objetivos generales.....	13
Objetivos específicos.....	13
Metodología.....	14
Análisis estadístico.....	16
Resultados.....	17
Discusión.....	28
Conclusión.....	30
Bibliografía.....	31

INTRODUCCIÓN

Las arritmias cardíacas son una causa muy frecuente de consulta en los servicios de Cardiología Pediátrica a nivel internacional. Se define como arritmia a toda alteración en la formación del impulso o la conducción del mismo, que genera cambios en la frecuencia cardíaca, ya sea un aumento o disminución en la misma o una frecuencia irregular. Se presentan en aproximadamente 5% de los pacientes pediátricos.¹ Los picos de incidencia son en el grupo de lactantes y preescolares y posteriormente en la adolescencia. La más frecuente es el grupo de taquicardia supraventricular presentándose en 1 de cada 250 a 1000 niños. En los pacientes con corazón estructuralmente sano, el 75 a 90% de las taquicardias supraventriculares corresponden a una vía accesoria y de estas lo más frecuente es que se trate de una vía accesoria oculta. En el grupo de pacientes lactantes, la más frecuente es la taquicardia reciprocante atrioventricular. En pacientes escolares y adolescentes la taquiarritmia más frecuente es la taquicardia por reentrada atrioventricular.^{2,3}

Entre los pacientes pediátricos, un grupo de especial atención son aquellos con cardiopatía congénita, aproximadamente 5 a 35% de estos pacientes tienen alguna alteración en el ritmo cardíaco. Las principales cardiopatías congénitas asociadas a trastornos del ritmo son: comunicación interauricular, comunicación interventricular, defectos de la tabicación atrioventricular, tetralogía de Fallot, anomalía de Ebstein, transposición clásica de grandes arterias y transposición corregida de grandes arterias, así como la presencia de rabdomiomas cardíacos en pacientes con esclerosis tuberosa, asociado a síndrome de Wolff-Parkinson-White.⁴ La corrección quirúrgica de estas cardiopatías también confiere riesgo de presentar alteraciones en el ritmo cardíaco debido a que las cicatrices pueden funcionar como sustrato anatómico para circuitos de macroreentrada.

La ablación con radiofrecuencia de las arritmias ha demostrado ser una terapéutica eficaz y segura, especialmente en pacientes mayores a 5 años debido a su alta tasa de éxito, bajo riesgo de complicaciones y baja tasa de recurrencia. Reportes multicéntricos internacionales indican una tasa de éxito mayor al 95%, con una tasa de recurrencia de aproximadamente el 15%, dependiendo del tipo de arritmia y el sitio de ablación, con una tasa de complicaciones menor al 4%.⁵

Es por esto la importancia de describir la experiencia de nuestro Instituto en el manejo de las arritmias en los pacientes pediátricos mediante ablación con radiofrecuencia, debido al impacto de esta opción terapéutica sobre la calidad de vida de un gran número de pacientes.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de las arritmias

Los trastornos del ritmo son una causa frecuente de consulta para el Cardiólogo Pediatra. El término arritmia se refiere a una alteración en el ritmo o frecuencia cardíaca, dichas alteraciones pueden llevar a una frecuencia cardíaca rápida, lenta o irregular. En los pacientes pediátricos, las arritmias pueden ser congénitas en corazón estructuralmente sano, pueden ser secundarias a una cardiopatía congénita o al procedimiento quirúrgico para corrección de la misma, por alteraciones genéticas o incluso por procesos inflamatorios durante el periodo perinatal secundarios a enfermedades maternas, como es el caso del lupus eritematoso sistémico.¹

Las arritmias pueden presentarse en cualquier etapa de la vida, desde la etapa fetal hasta la edad adulta. Se estima que 1 a 2% de los fetos presentan algún tipo de arritmia, entre las más frecuentes las extrasístoles. En el resto de los pacientes pediátricos, las arritmias se presentan aproximadamente en 5% antes de la edad preescolar, aumentando la incidencia hacia la adolescencia.⁴

El síntoma más frecuente por el que acuden los pacientes a valoración son las palpitaciones, las cuales son una expresión subjetiva de percibir el ritmo cardíaco de manera más evidente de la normal, regular o no regular; puede presentarse también fatiga, diaforesis, disnea, dolor precordial, palidez, piloerección, náusea o vómito, lipotimia o incluso síncope.⁶ En pacientes más pequeños se puede encontrar irritabilidad e intolerancia a la vía oral.² Realizar una buena anamnesis sobre los síntomas, así como los antecedentes de los pacientes es muy importante. Los familiares de primer grado de pacientes con síndrome de preexcitación tienen mayor riesgo de desarrollarlo, estimado hasta en 5.5 de cada 1000.⁷ La evaluación inicial de todo paciente que presenta esta sintomatología se basa en un electrocardiograma de 12 derivaciones, preferentemente ante la presencia de síntomas para documentar el trastorno del ritmo, un monitoreo de 24hrs tipo Holter y en ocasiones un prueba de esfuerzo. En algunos casos el diagnóstico definitivo solo se logra con el estudio electrofisiológico.

La taquicardia supraventricular es el trastorno del ritmo sintomático más frecuente en pediatría.³ Se presenta en aproximadamente 1 de cada 250 a 1000 pacientes pediátricos.² Esta se puede dividir en tres grandes grupos: taquicardias por reentrada que utilizan una vía accesoria, la cual representa

el mecanismo más frecuente en los pacientes pediátricos representando entre el 75 al 90% de las taquiarritmias en pacientes sin cardiopatía estructural,^{2,8} taquicardias por reentrada que no tienen una vía accesoria, y las taquicardias ectópicas o automáticas. El mecanismo más frecuente en lactantes es la taquicardia reciprocante atrioventricular, que involucra una vía accesoria. En escolares y adolescentes lo más frecuente es la taquicardia por reentrada atrioventricular, la cual es rara en el grupo de lactantes. Esta representa 1/3 de las taquicardias supraventriculares en adolescentes, siendo más frecuente en varones,⁷ y la reentrada intranodal el 15% de las taquicardias en pacientes supraventriculares en pediatría, siendo más común en adolescentes. El flutter atrial y la fibrilación auricular son raras en el paciente pediátrico, sin embargo son frecuentes en el paciente con cardiopatía congénita y en aquellos que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos para corrección de la misma, representando el 40% de las taquicardias supraventriculares en estos pacientes y sólo el 10% en los pacientes sin cardiopatía estructural.^{1,2,3} Otro tipo de taquicardias como la taquicardia ectópica de la unión son más frecuentes en pacientes con cardiomiopatías y es la taquiarritmia más frecuente en el postquirúrgico inmediato de pacientes con cardiopatía congénita, siendo rara en pacientes con corazón estructuralmente sano, representando menos del 1% en este grupo de pacientes.^{1,2,9}

El mecanismo de taquicardia por reentrada mediado por una vía accesoria, es decir el más frecuente en pacientes pediátricos, puede ser de dos tipos: en 2/3 de los pacientes se trata de una vía accesoria oculta, y en 1/3 de los pacientes una vía accesoria manifiesta.²

Entre los pacientes pediátricos con arritmias, un grupo que merece especial atención es el de los pacientes con cardiopatía congénita, ya que estas predisponen a la presencia de alteraciones en el ritmo cardiaco de cualquier índole, ya sean bradiarritmias o taquiarritmias. Aproximadamente 5 a 35% de los pacientes con cardiopatía congénita tienen alguna alteración en el ritmo cardiaco. Las principales cardiopatías congénitas asociadas a trastornos del ritmo son: comunicación interauricular, comunicación interventricular, defectos de la tabicación atrioventricular, tetralogía de Fallot, anomalía de Ebstein, transposición clásica de grandes arterias y transposición corregida de grandes arterias, así como la presencia de rabdomiomas cardiacos en pacientes con esclerosis tuberosa, asociado a síndrome de Wolff-Parkinson-White.^{4,7} Los pacientes a los cuales se les ha realizado corrección quirúrgica de cardiopatía congénita tienen alto riesgo de presentar algún tipo de trastorno del ritmo, lo cual aumenta de manera importante la morbimortalidad en este grupo al requerir manejo farmacológico antiarrítmico o incluso anticoagulante y las consecuencias de estos,

o incluso en pacientes postoperados de corrección total de Tetralogía de Fallot, en los que el riesgo de muerte súbita por arritmias puede llegar a ser hasta del 6%.^{10,11}

Se ha reportado que en pacientes postoperados de corrección total de Tetralogía de Fallot, el riesgo de desarrollar taquicardia ventricular es de hasta de 7%, la mayor parte de las veces originada en el sitio de infundibulectomía o cierre de la comunicación interventricular. En aquellos con comunicación interauricular, la prevalencia de flutter o fibrilación auricular llega a ser hasta de 20% previo a la corrección de la cardiopatía con un incremento de hasta 10% posterior a la misma. Otro tipo de cirugías como la técnica de Mustard o la técnica de Senning tienen un riesgo de hasta 30% para desarrollar arritmias supraventriculares en el periodo postquirúrgico. Esto se encuentra relacionado con fibrosis y cicatrices postquirúrgicas que generan múltiples circuitos de macro-reentrada como sustrato para desencadenar taquiarritmias, aumentado de esta manera la complejidad del manejo ya sea farmacológico o mediante ablación.^{9,12}

Generalidades de la ablación con radiofrecuencia:

El manejo de las arritmias en población pediátrica, gracias a la disponibilidad de procedimientos como la ablación por radiofrecuencia o la crioablación, ha cambiado radicalmente en los últimos años, prefiriéndose cada vez más estos procedimientos sobre el manejo crónico con antiarrítmicos, cuya farmacodinamia y farmacocinética no está completamente establecida en este grupo de pacientes.^{1,13}

En los pacientes menores de un año con taquicardia supraventricular muchos de los episodios son aislados, resolviendo de manera espontánea, por lo que se prefiere evitar procedimientos invasivos como la ablación con radiofrecuencia o crioablación. Después de los 3 años, en casos recurrentes, se debe plantear tratamiento intervencionista.⁵

La ablación, ya sea mediante radiofrecuencia o criogénica, se refiere a la eliminación de un foco arritmogénico o de una zona crítica en un circuito de mantenimiento de la arritmia. La radiofrecuencia, método utilizado en nuestro Instituto, consiste en la aplicación de una corriente alterna de elevada frecuencia, lo que produce una necrosis coagulativa en el sitio de aplicación, con una temperatura ideal mayor a 60°C, sin sobrepasar los 95°C para evitar la carbonización del tejido. Existen también catéteres irrigados, que disminuyen la posibilidad de carbonización pero aumentan la energía que se administra al lograr reducir la temperatura en la interfaz catéter-tejido.^{14, 15, 16.}

Los sistemas de mapeo electroanatómico permite conjuntar la información anatómica a partir de mapas endocárdicos tridimensionales con la información electrofisiológica para favorecer la localización y con ello incrementar la efectividad de la ablación. Esto tiene particular interés en arritmias de alto nivel de complejidad, cardiopatías congénitas o alteraciones estructurales complejas en la anatomía cardiaca, antecedentes quirúrgicos y recurrencia de arritmias.^{14, 17, 18} Este método también tiene la particularidad de disminuir el tiempo de procedimiento, de particular interés en pacientes pediátricos debido a la necesidad de utilizar sedación y anestesia para realizar los procedimientos; así como disminuir el tiempo de fluoroscopia y la exposición a la radiación tanto de los pacientes como del personal médico.^{19,20}

La ablación con radiofrecuencia comenzó a utilizarse en pacientes pediátricos para el tratamiento de las arritmias en 1989, para convertirse rápidamente en la primera línea de tratamiento en la mayoría de los casos debido a su alta eficacia, tasa baja de recurrencia e infrecuentes complicaciones. La ablación permitió brindar a los pacientes la oportunidad de no depender de tratamiento farmacológico para estar libres de síntomas.^{21,22}

Los primeros informes sobre la experiencia en el uso de este procedimiento en este grupo etario se encuentran en el estudio PAPCA (*Prospective Assessment after Pediatric Cardiac Ablation*), que incluyó pacientes hasta los 16 años de edad con diagnóstico de vía accesorio o taquicardia por reentrada intranodal. Se reportó una tasa de éxito del procedimiento de 95.7%, mayor para las vías accesorias izquierdas que las derechas; y complicaciones en el 4%. Lo cual mostró a este manejo como seguro y eficaz en el tratamiento de las taquiarritmias. Una de las principales complicaciones reportadas fue el bloqueo atrioventricular. El éxito fue mayor en pacientes preescolares y adolescentes. La recurrencia de taquiarritmias posterior a la ablación fue variable entre el 5 y 25%, determinada principalmente por el sitio de ablación, siendo mayor para las vías accesorias septales derechas que para las izquierdas y para las reentradas intranodales. La mayoría de las recurrencias se presentan en los primeros 6 meses de la ablación, por lo que se requiere un seguimiento estrecho de estos pacientes.⁵

Nuevamente, el caso de los pacientes con cardiopatía congénita y aquellos a los que se les ha realizado algún procedimiento quirúrgico para corrección o paliación de la misma, presentan diferencias en la tasa de éxito y recurrencia de arritmias posterior a la ablación. Desde el inicio, la técnica para realizar la ablación, introducción de catéteres y colocación de los mismos a nivel

intracardiaco puede ser más complicada, de acuerdo a la complejidad de la cardiopatía, como es el caso de anomalía de Ebstein o la discordancia atrioventricular y ventrículoarterial, y en los pacientes postquirúrgicos, el ser portador de una cirugía compleja como Mustard, Senning o Fontan. Además existe menor tasa de éxito y mayor recurrencia en este grupo de pacientes. Así mismo, la dificultad para entender el sitio exacto de sustrato anatómico de la arritmia limita la capacidad de crear líneas de ablación más extensas y transmurales. Sin embargo el advenimiento de nuevos recursos como el mapeo electroanatómico permiten mejorar los resultados en estos pacientes.¹²

Se ha reportado en nuestro Instituto que la recurrencia de flutter auricular posterior a la ablación en pacientes posoperados de corrección de alguna cardiopatía congénita es hasta del 42%, a diferencia de pacientes sin antecedente quirúrgico que es del 18%.¹⁰

Indicaciones para ablación de arritmias:

Las indicaciones para realizar ablación con catéter de un trastorno del ritmo en pacientes pediátricos son las siguientes:

- Clase I:

Síndrome de Wolff-Parkinson-White con antecedente de un episodio de muerte súbita abortada.
Síndrome de Wolff-Parkinson-White asociado a síncope, con preexcitación que se mantiene a frecuencias cardiacas altas reflejando baja refractariedad de la vía accesoria.
Taquicardia supraventricular crónica o recurrente asociada a disfunción ventricular.
Taquicardia ventricular recurrente asociada a compromiso hemodinámico.

- Clase IIA:

Taquicardia supraventricular recurrente o sintomática refractaria al tratamiento farmacológico convencional en pacientes mayores a 4 años.

Previo a cirugía cardiaca cuando posterior a esta los vasos o cámaras cardiacas serán de más difícil acceso. Taquicardia supraventricular crónica (más de 6 a 12 meses posterior al evento inicial) o incesante, con función ventricular conservada.

Recurrencias frecuentes de taquicardia por reentrada intraatrial.

Palpitaciones con taquicardia supraventricular inducible durante el estudio electrofisiológico.

- Clase IIB:

Preexcitación asintomática, en pacientes mayores a 5 años, sin documentación de taquicardia, cuando es mayor el beneficio que el riesgo.

Taquicardia supraventricular en pacientes mayores a 5 años, como alternativa al tratamiento farmacológico crónico.

Taquicardia supraventricular en menores de 5 años cuando el tratamiento farmacológico no es efectivo o se asocia a efectos adversos intolerables.

Taquicardia por reentrada intraatrial una a tres veces al año que requieren intervención médica.

Ablación del nodo atrioventricular y colocación de marcapasos como alternativa para taquicardia por reentrada intraatrial recurrente o intratable.

Un episodio de taquicardia ventricular asociado a deterioro hemodinámico.

- Clase III:

Síndrome de Wolff-Parkinson-White asintomático en menores de 5 años.

Taquicardia supraventricular controlada con medicamentos convencionales en menores de 5 años.

Taquicardia ventricular no sostenida paroxística, no considerada como incesante, sin compromiso de la función ventricular.

Episodios de taquicardia supraventricular no sostenida que no requieren intervención médica o que son mínimamente sintomáticos.^{5,23}

Complicaciones de la ablación con radiofrecuencia:

Se estima una tasa de complicaciones de 3-4% de todos los procedimientos. La principal complicación, reportada hasta en 1.7% de los casos, es el bloqueo auriculoventricular, el cual puede ser transitorio o permanente, requiriendo colocación de marcapasos. Otras complicaciones son eventos tromboticos agudos como trombosis venosa profunda o trombosis arterial aguda, tromboembolia pulmonar, perforación cardiaca y tamponade cardiaco, lesión del plexo braquial. También se han reportado lesiones a la arteria coronaria derecha, principalmente al realizar ablación de lesiones cerca del surco atrioventricular. Las complicaciones suelen presentarse con mayor frecuencia en pacientes pequeños, menores a 5 años y en aquellos con un peso inferior a los 15kg, reportándose complicaciones hasta en el 10% de los pacientes con peso menor a 15kg, motivo por el cual se indica la ablación hasta después de los 5 años o en niños menores en los que el tratamiento farmacológico no es efectivo.^{2, 19, 24}

En aquellos pacientes menores a 5 años o menores de 15kg de peso, en los cuales se requiere realizar ablación debido a presentar taquicardia refractaria a manejo médico, se recomienda que el

tiempo de aplicación de radiofrecuencia se disminuya a no más de 20 segundos, para así tratar de disminuir el riesgo de complicaciones.⁵

Se ha comparado la técnica de ablación con radiofrecuencia y la crioablación, especialmente en pacientes pediátricos, concluyéndose que la crioablación reduce el tiempo de radiofrecuencia, así como las complicaciones, principalmente el bloqueo atrioventricular. Sin embargo la tasa de recurrencia es mayor utilizando crioablación, llegando a reportarse una tasa hasta del 45%, concluyéndose que no hay una superioridad estadísticamente significativa de la crioablación sobre la ablación con radiofrecuencia en la población pediátrica.^{7, 25, 26}

Existe también una preocupación particular sobre el seguimiento a largo plazo de los pacientes pediátricos tratados con ablación con radiofrecuencia, por las posibles afectaciones al aparato valvular tras la ablación, principalmente lesión aórtica y mitral durante el procedimiento. Estudios realizados recientemente reportan un incremento en la insuficiencia de válvulas atrioventriculares o semilunares, en el 2%, siendo en todos los casos leve y sin trascendencia clínica.²⁷

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ablación por radiofrecuencia ha demostrado ser un procedimiento seguro y eficaz para el tratamiento de las arritmias cardíacas. La mayor parte de la evidencia sobre la ablación con radiofrecuencia deriva de estudios realizados en población mayor a 18 años, por lo que rara vez ha sido explorado el impacto de esta terapéutica en población pediátrica. Sin embargo la prevalencia de arritmias en niños con cardiopatía estructural es alta y en niños sin cardiopatía estructural constituye uno de los principales motivos de consulta del Cardiólogo Pediatra. Es por ello que rápidamente se adoptó la técnica desarrollada en adultos para la población pediátrica, extrapolar las conclusiones de poblaciones diferentes en términos de seguridad y eficacia. En el Instituto Nacional de Cardiología el departamento de Electrocardiología se ha constituido como un centro de referencia nacional en el manejo de arritmias en todos los rangos de edad. Desde hace más de 15 años la ablación con radiofrecuencia es una terapéutica cotidiana, tanto en niños como en adultos con resultados satisfactorios. A pesar de ello no se cuenta con evidencia documental publicada en la literatura internacional sobre la experiencia de la ablación con radiofrecuencia en el grupo pediátrico. El motivo de este trabajo es lograr una síntesis esquemática de la experiencia acumulada en nuestros departamentos.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes pediátricos sometidos a procedimiento de ablación con radiofrecuencia en los últimos 15 años en nuestro Instituto?
- ¿Cuáles son las arritmias más frecuentes en población pediátrica que se han tratado mediante ablación por radiofrecuencia en nuestro Instituto en los últimos 15 años?
- ¿Cuál es la tasa de éxito en el tratamiento de arritmias con ablación por radiofrecuencia en pacientes pediátricos en nuestro Instituto en los últimos 15 años?
- ¿Cuáles son las complicaciones más frecuentes de la ablación por radiofrecuencia en pacientes pediátricos?
- ¿Cuál es la tasa de recurrencia de las arritmias tratadas con ablación por radiofrecuencia en nuestro Instituto?

JUSTIFICACIÓN

Las arritmias son una causa frecuente de consulta para el Cardiólogo Pediatra, ya que uno de los picos de incidencia de los trastornos del ritmo es en la edad escolar y adolescencia. Además las alteraciones en el ritmo cardiaco pueden presentarse en cualquier etapa de la vida, desde la etapa fetal o neonatal hasta la edad adulta, por lo que en lo que nos confiere a nosotros como Cardiólogos Pediatras es de suma importancia conocer las distintas formas de tratarlos, desde el manejo farmacológico hasta los procedimientos como ablación con radiofrecuencia o crioablación. Nuestro Instituto es un centro nacional de referencia para el tratamiento de las arritmias. Es importante que conozcamos la experiencia que se tiene en el tratamiento de las mismas, así como la eficacia y la seguridad de realizar procedimientos para tratamiento de trastornos del ritmo, información que incluso nos puede ser de utilidad como un marcador predictor de riesgo y de los resultados que se obtendrán con la ablación, de tal forma que se pueda brindar una mejor atención a los pacientes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Conocer la seguridad y eficacia de la ablación con radiofrecuencia en los pacientes pediátricos del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir cuáles son las arritmias más frecuentes en pacientes pediátricos que son tratadas con ablación por radiofrecuencia en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Describir la tasa de éxito de la ablación por radiofrecuencia de arritmias en pacientes pediátricos en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Describir la tasa de recurrencia de arritmias posterior a la ablación por radiofrecuencia de arritmias en pacientes pediátricos en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Describir las complicaciones más frecuentes de la ablación por radiofrecuencia de arritmias en pacientes pediátricos en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional, longitudinal y retrospectivo de tipo cohorte histórica con los pacientes que fueron sometidos a ablación con radiofrecuencia en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez entre los años 2001 y 2016.

Se obtuvo un listado de todos los procedimientos de ablación con radiofrecuencia en pacientes de 18 años o menos en el periodo 2001 a 2016. Se documentaron las características clínicas y electrofisiológicas, el diagnóstico final después del procedimiento, el resultado de la ablación, el tiempo de recurrencia y las complicaciones del procedimiento.

Se evaluará en cada uno de los expedientes los siguientes parámetros:

1. Evaluación por el servicio de Cardiología Pediátrica o Clínica de Arritmias por algún trastorno del ritmo. Para fines de este trabajo definimos trastorno del ritmo como:
 - a. Presencia de palpitaciones
 - b. Hospitalización en nuestro Instituto u otra unidad hospitalaria por taquicardia con repercusión hemodinámica.
 - c. Documentación por electrocardiograma, holter o prueba de esfuerzo de trastorno del ritmo cardiaco.
 - d. Diagnóstico por estudio electrofisiológico de trastorno del ritmo.
 - e. Trastorno del ritmo con indicación para ablación por radiofrecuencia.
2. Estudio Electrofisiológico con o sin ablación por radiofrecuencia de arritmia.
 - a. Diagnóstico electrofisiológico final de la ablación
 - b. Localización del sitio de ablación
 - c. Tipo de catéter utilizado para la ablación
 - d. Uso de mapeo electroanatómico para la ablación.
 - e. Inducción de taquicardia durante la ablación.
 - f. Eficacia de la ablación para eliminar la arritmia.
 - g. Recurrencia de las arritmias posterior a la ablación
 - h. Complicaciones durante la ablación con radiofrecuencia

Criterios de selección:

Inclusión:

1. Pacientes de ambos géneros desde el primer día de vida hasta los 18 años.
2. Pacientes que hayan sido llevados a ablación por radiofrecuencia en el Instituto Nacional de Cardiología.
3. Diagnóstico confirmado de arritmia a partir de electrocardiograma de superficie o estudio electrofisiológico.

Criterios de Exclusión:

1. Pacientes con otras arritmias que no hayan requerido ablación por radiofrecuencia.
2. Pacientes que hayan sido llevados a estudio electrofisiológico sin ablación.
3. Pacientes que hayan sido llevados a crioablación.

Criterios de Eliminación:

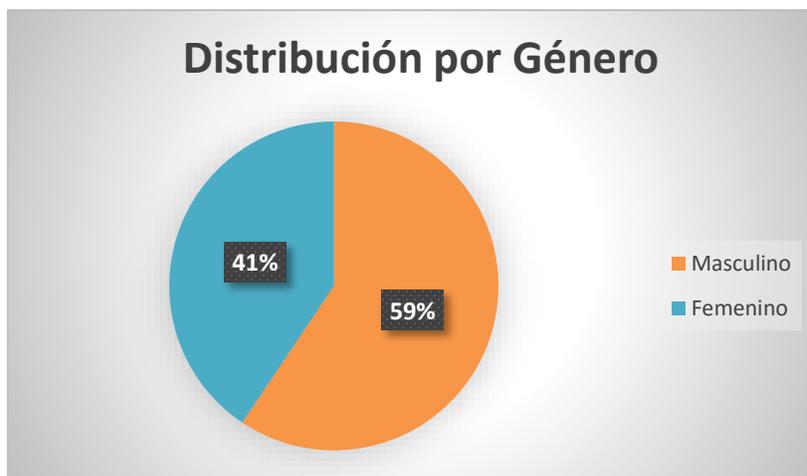
1. Pacientes que ya no cuenten con expediente físico en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

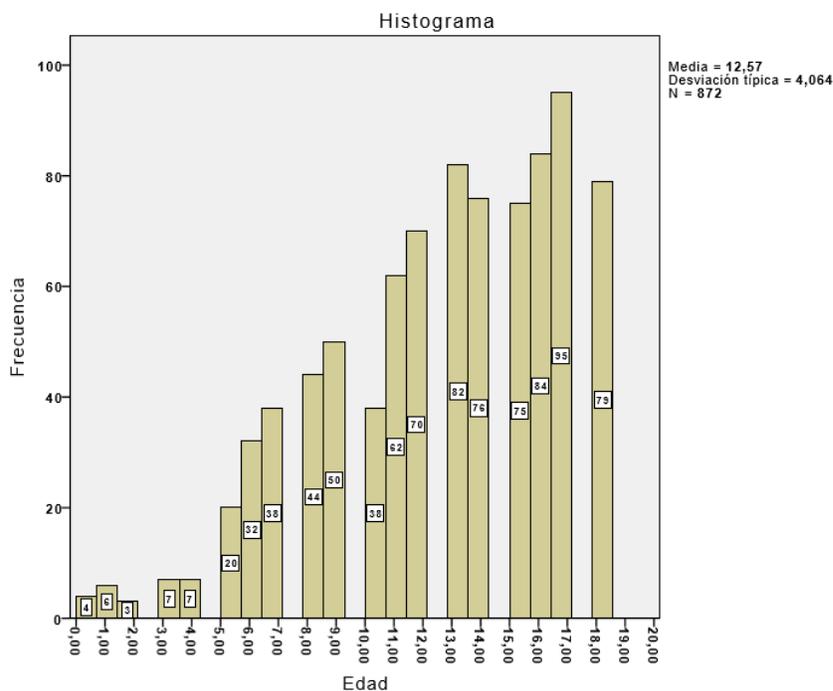
El análisis descriptivo del estudio se basó en la elaboración de medidas de resumen, tendencia central y de dispersión. Para el análisis estadístico se definieron variables cuantitativas discretas y continuas; y cualitativas nominales y ordinales. Las variables ordinales y nominales se describirán de acuerdo a su frecuencia. Las variables cuantitativas se describirán con medidas de resumen en función de su distribución como media y desviación estándar. Para la evaluación de la distribución de las variables cuantitativas continuas se empleó la prueba de Kolmogoroff-Smirnoff. Para la elaboración del análisis se emplearon dos paqueterías de Software comercial: SPSS for Mac versión 20 y STATA for Windows versión 13.1

RESULTADOS

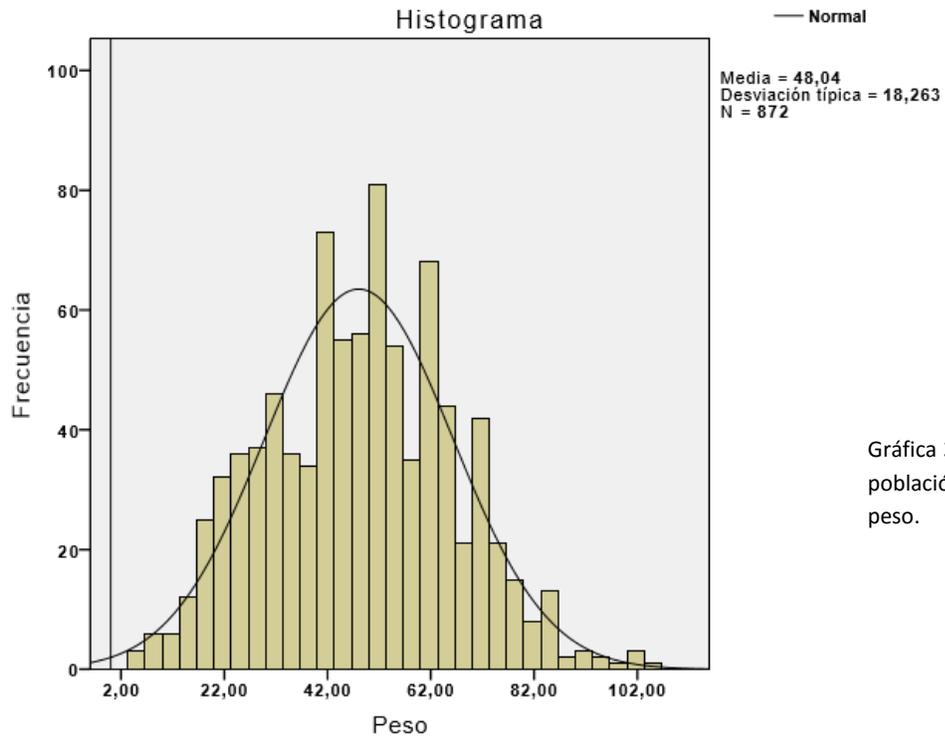
Se realizaron 872 procedimientos de ablación con radiofrecuencia en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en el periodo comprendido entre 2001 y 2016, en un total de 762 pacientes. De estos procedimientos 59% (n=518) fueron realizados en pacientes de sexo masculino y 41% (n=354) en pacientes de sexo femenino (Gráfica 1). La mediana de edad fue de 13 años, con rango intercuartil de 6; siendo la edad mínima de 2 meses al momento de la ablación (Gráfica 2). La media de peso fue de 48kg con una desviación estándar de +/-18.2kg, (Gráfica 3) y la mediana de talla fue de 155cm con un rango intercuartil de 29cm (Gráfica 4).



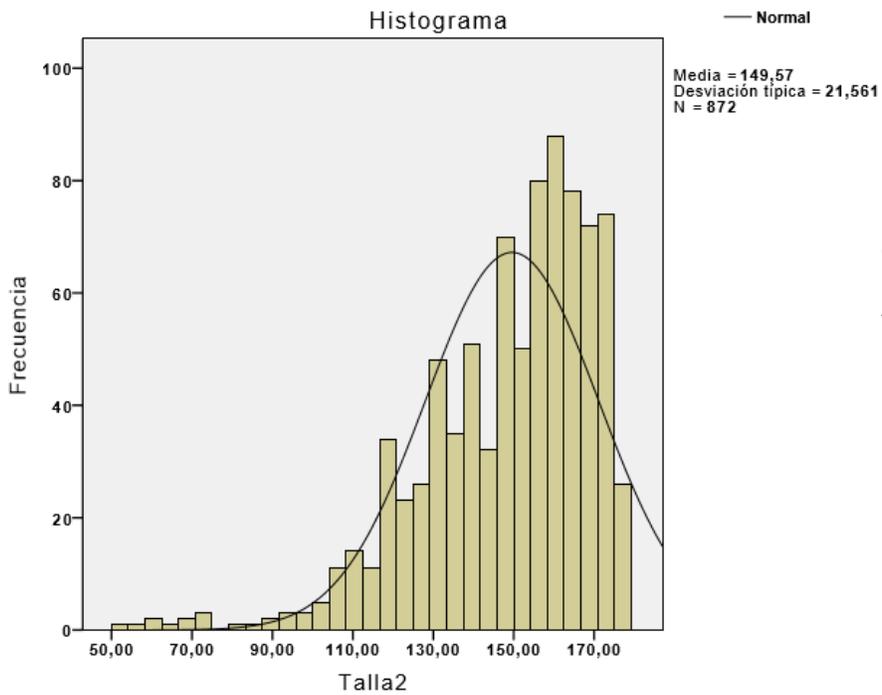
Gráfica 1. Distribución de la población de acuerdo a género.



Gráfica 2. Histograma de la población de acuerdo a edad.

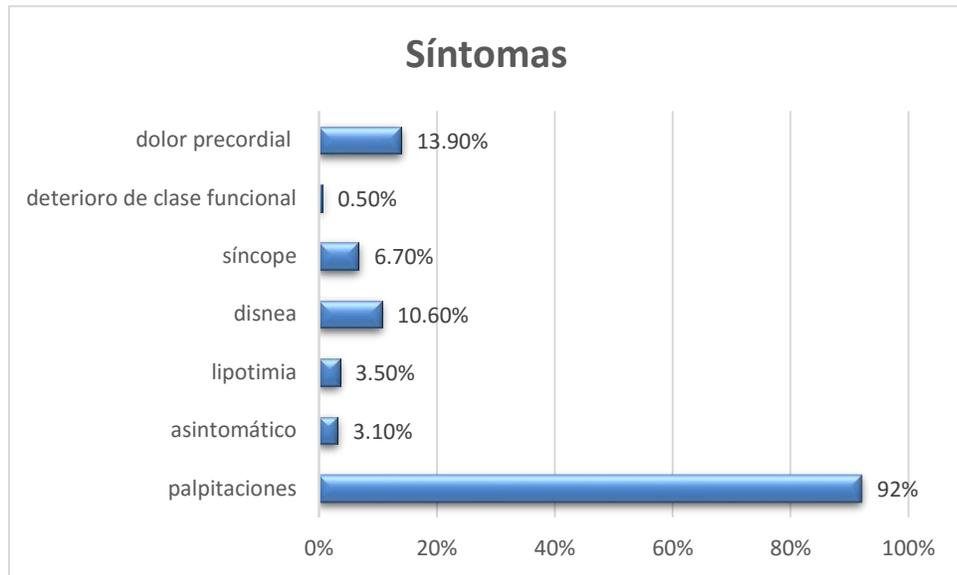


Gráfica 3. Histograma de población de acuerdo a peso.



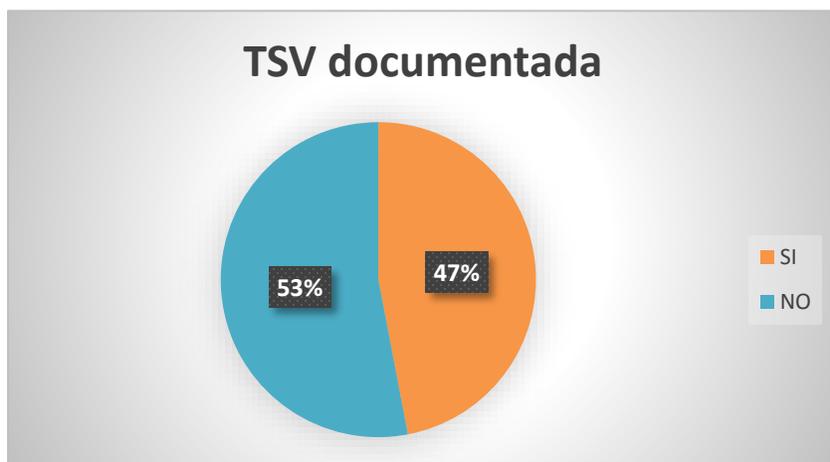
Gráfica 4. Histograma de población de acuerdo a talla.

Los síntomas referidos por los pacientes que motivaron el diagnóstico de una arritmia cardiaca fueron: palpitations en el 92% de los casos (n=806), dolor precordial en el 13.9% (n=122), disnea en el 10.6% (n=93), síncope en el 6.7% (n=59), lipotimia en el 3.5% (n=31). Es interesante resaltar que en el 3.1% de los casos los pacientes se encontraban asintomáticos (Gráfica 5).



Gráfica 5. Síntomas referidos por los pacientes llevados a ablación.

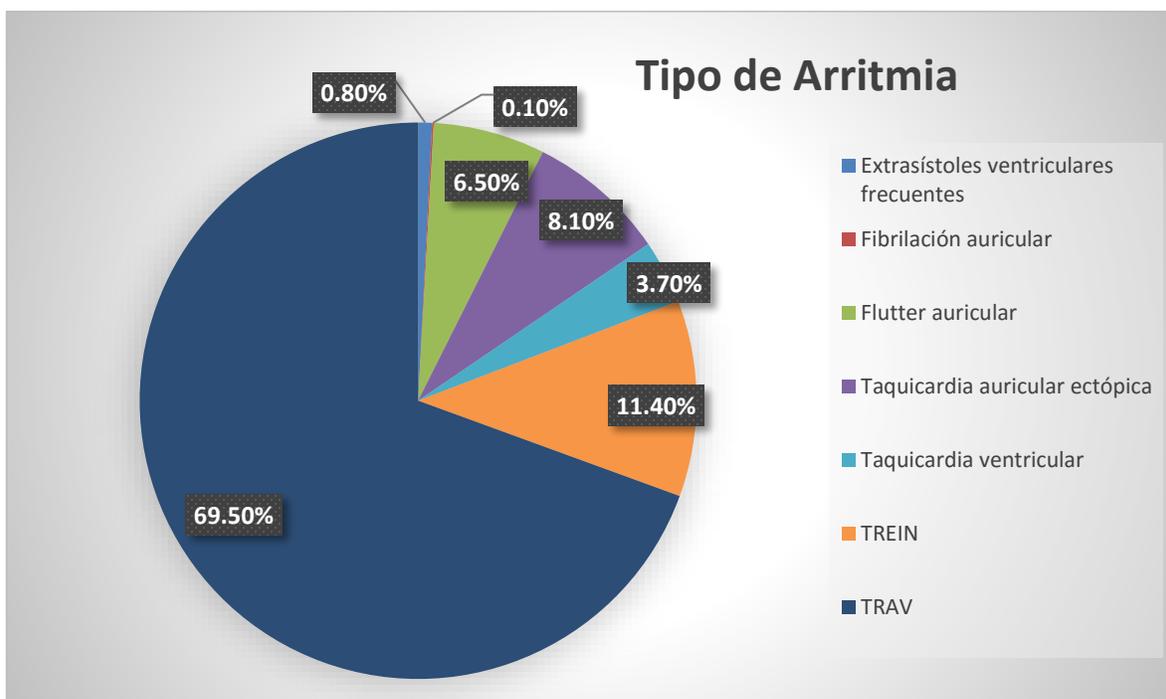
Se logró documentar mediante electrocardiograma un episodio de taquicardia supraventricular que apoyara el diagnóstico, previo a la ablación, en el 47% (n=410) de los pacientes, en el 53% restante no se logró documentar un episodio de taquicardia supraventricular por electrocardiograma de 12 derivaciones o monitoreo Holter. (Gráfica 6)



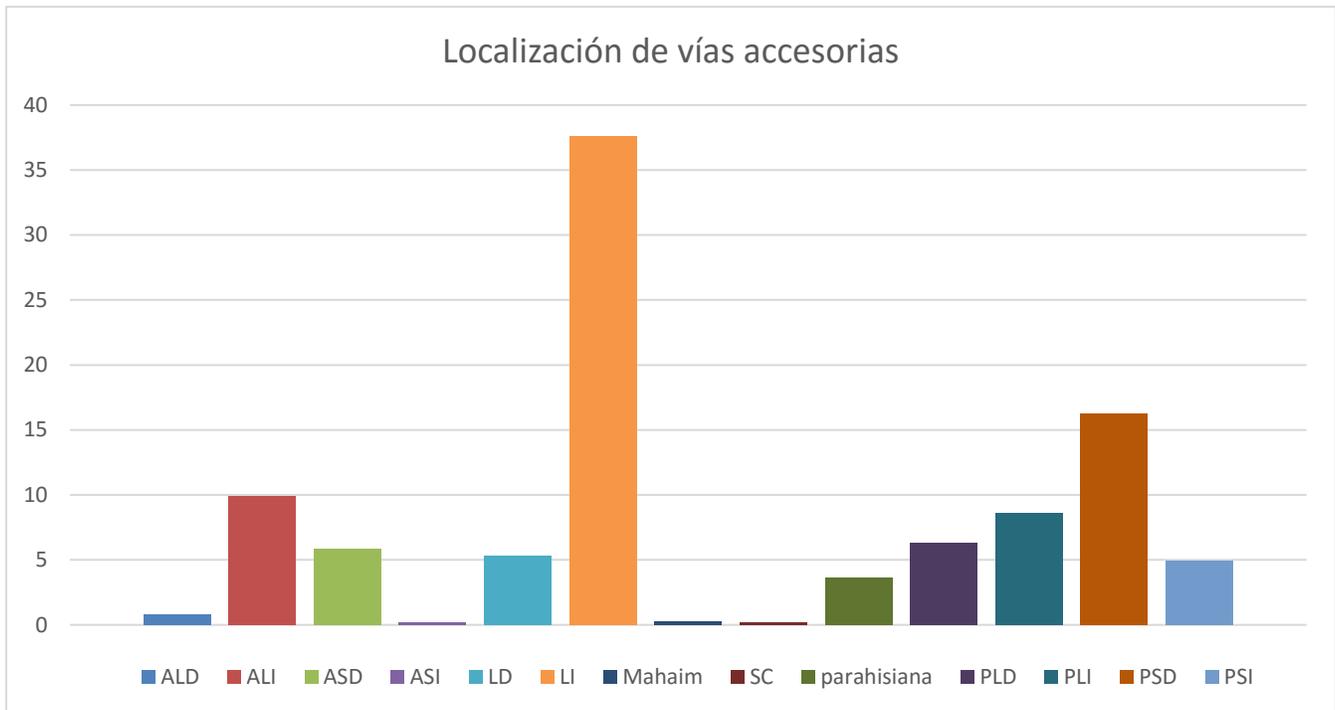
Gráfica 6. Documentación de taquicardia supraventricular.

De todas las arritmias cardiacas llevadas a ablación con radiofrecuencia, el diagnóstico electrofisiológico más frecuente fue la presencia de una vía accesoria, en el 69.5% de los casos (n=606), seguido de la taquicardia por reentrada intranodal en el 11.4% de los casos (n=99); taquicardia auricular ectópica en el 8.1% (n=71), flutter auricular en el 6.5% (n=56), taquicardia ventricular en el 3.7% (n= 32), extrasístoles ventriculares frecuentes en el 0.8% (n=7) y por último fibrilación auricular en el 0.1% (n=1). (Gráfica 7)

Gráfica 7. Distribución de acuerdo a tipo de arritmia diagnosticada.



En cuanto a los pacientes con diagnóstico de taquicardia supraventricular por reentrada auriculoventricular por una vía accesoria, la localización de esta fue la siguiente: en el 37.6% (n=228) se trató de una vía accesoria lateral izquierda, en el 16.3% (n=99) de una vía posteroseptal derecha, en el 9.9% (n=60) anterolateral izquierda; el 8.6% (n=52) presentó una vía accesoria posterolateral izquierda; el 6.3% (n=38) posterolateral derecha; el 5.9% (n=36) anteroseptal derecha; el 5.3% (n=32) lateral derecha; el 4.9% (n=30) posteroseptal izquierda, el 3.6% (n=22) una vía accesoria parahisiana, en el 0.8% (n=5) de los casos se trató de una vía anterolateral derecha, en el 0.3% (n=2) de una vía tipo Mahaim, en el 0.16% (n=1) localizada en seno coronario, y en el 0.16% (n=1) anteroseptal izquierda. (Gráfica 8)

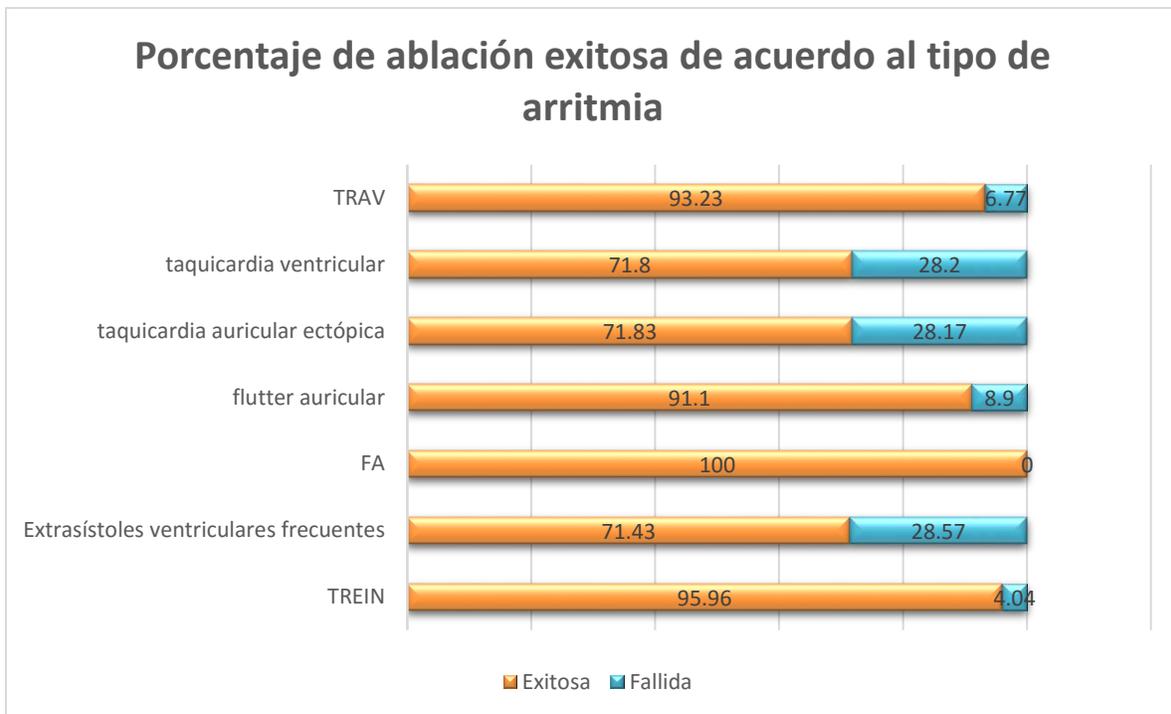


Gráfica 8. Localización de vías accesorias.

En general, en todos los procedimientos realizados se reportaron como exitosos el 90.7% (791), y ablaciones fallidas en el 9.3% (n=81). (Gráfica 9) De acuerdo al tipo de arritmia tratada mediante la ablación con radiofrecuencia se reportó, que para los pacientes con taquicardia por reentrada intranodal el éxito fue del 95.9% (n=95) y fallidas en el 4.1% (n=4), para los pacientes con extrasístoles ventriculares frecuentes, el procedimiento fue exitoso en el 71.4% (n=5), y fallido en el 28.5% (n=2), en el caso de la fibrilación auricular se reportó éxito en el 100%, sin embargo sólo se cuenta con un caso de dicha procedimiento en la edad pediátrica. Los procedimientos de ablación de flutter auricular fueron exitosos en el 91.1% (n=51) y fallidos en el 8.9% (n=5), para la taquicardia auricular ectópica se reportaron exitosos en el 71.8% (n=51) y fallidas en el 28.1% (n=20), en el caso de la taquicardia ventricular, los procedimientos fueron exitosos en el 71.8% (n=23) y fallida en el 28.2% (n=9); para la taquicardia por reentrada auriculoventricular por vía accesoria, se reportó un éxito en los procedimientos en el 93.3% (n=565) y fallidos en el 6.7% (n=41). (Gráfica 10)

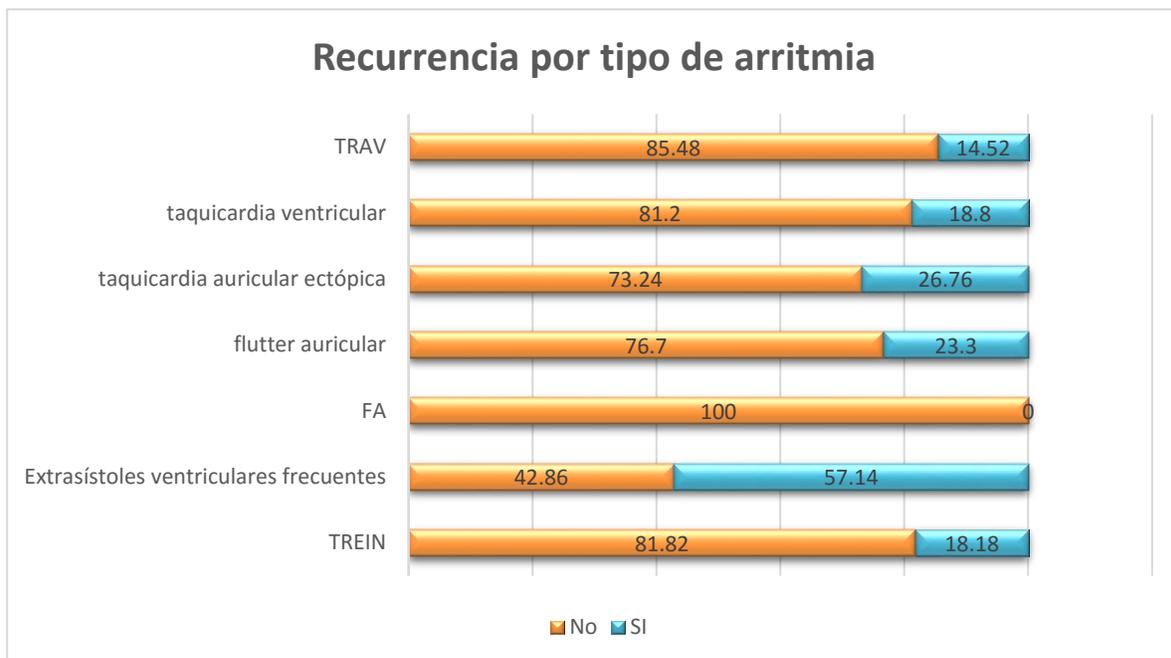


Gráfica 9. Eficacia global de la ablación.



Gráfica 10. Eficacia de la ablación de acuerdo al tipo de arritmia.

Se presentó recurrencia en el 16.9% (n=148) de los casos. En los pacientes con diagnóstico de taquicardia por reentrada intranodal se reporta una tasa de recurrencia de 18.2% (n=18); en el caso de las extrasístoles ventriculares frecuentes esta fue del 57.1% (n=4); no hubo recurrencia en el paciente al que se le realizó ablación por diagnóstico de fibrilación auricular. En el caso del flutter auricular se reporta una recurrencia del 23.3% (n=13); en la taquicardia auricular ectópica fue del 26.7% (n=19); en la taquicardia ventricular del 18.8% (n=6) y en el caso de taquicardia por reentrada auriculoventricular por vía accesoria del 14.5% (n=88). (Gráfica 11)



Gráfica 11. Recurrencia de acuerdo al tipo de arritmia.

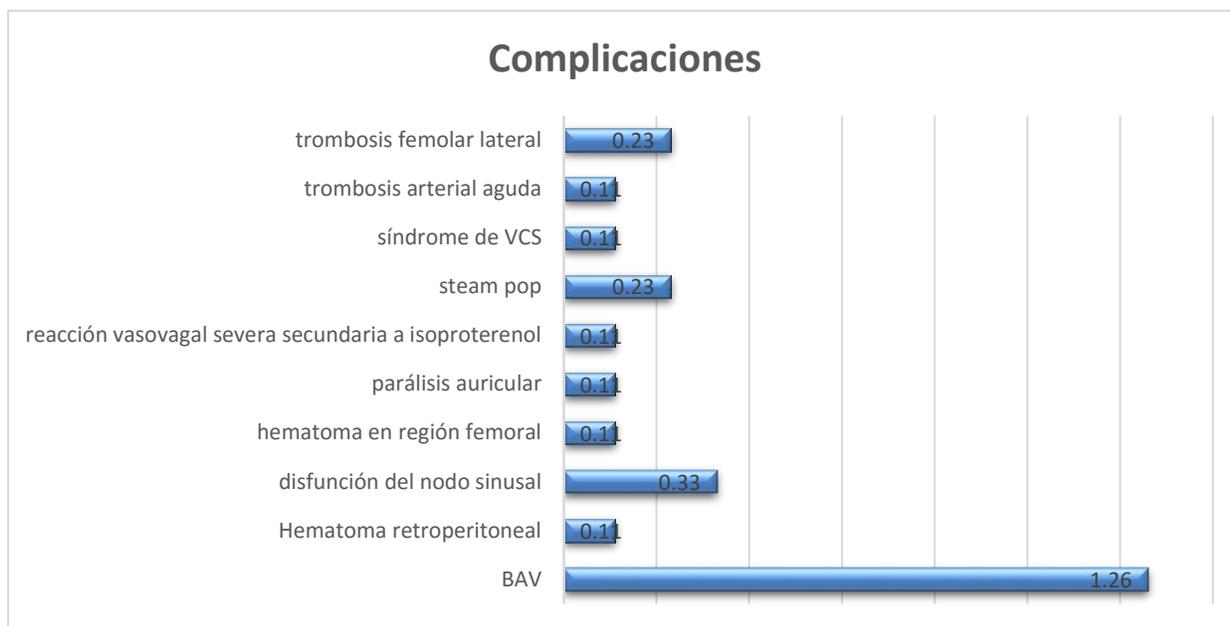
El tiempo medio de recurrencia, de acuerdo a la arritmia cardiaca diagnosticada fue en el caso de la taquicardia por reentrada intranodal de 16.7 meses; para las extrasístoles ventriculares frecuentes de 4.5 meses; para el flutter auricular de 24.9 meses; para la taquicardia auricular ectópica de 6.9 meses; la taquicardia ventricular de 32.7 meses y para la taquicardia por reentrada auriculoventricular por vía accesoria de 8.6 meses. (Tabla 1)

Tiempo medio de recurrencia por tipo de arritmia	Meses
TREIN	16.7
Extrasístoles ventriculares frecuentes	4.5
Flutter auricular	24.9
Taquicardia auricular ectópica	6.9
Taquicardia ventricular	32.7
Vía accesoria	8.6

Tabla 1. Tiempo de recurrencia en meses de acuerdo a la arritmia

El tiempo de fluoroscopia se comportó de la siguiente manera: la mediana fue de 17 minutos, con rango intercuartil de 17 minutos, con una mínima de 2 minutos y una máxima de 90 minutos. Las patologías que más requirieron tiempo de fluoroscopia fueron las taquicardias ventriculares con una media de 26.6 minutos +/-15.7 minutos, seguido del flutter auricular con una media de 22.8 minutos +/- 10.4 minutos, las vías accesorias con una media de 21 minutos +/-16.5 minutos, las extrasístoles ventriculares con una media de 15.6 minutos +/-3.2 minutos, y la reentrada intranodal con una media de 13.7 minutos +/- 7.6 minutos.

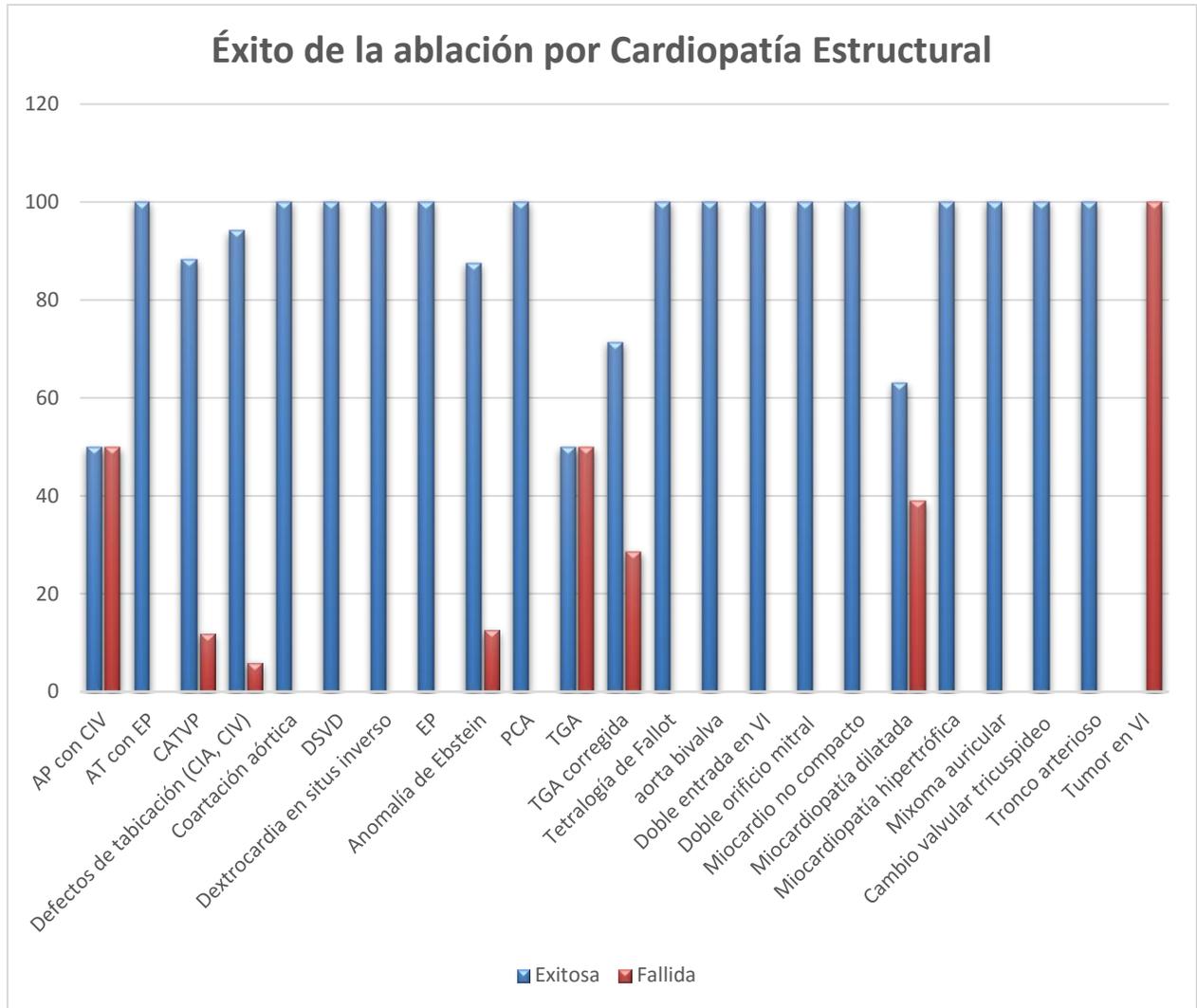
La complicación que se presentó con más frecuencia fue el bloqueo atrioventricular, en el 1.26% de los procedimientos realizados (n=11), requiriendo la colocación de marcapasos definitivo en el 36.3% (n=4), seguida de la disfunción del nodo sinusal en el 0.33% (n=3) de los pacientes; la carbonización del catéter sin interferir con el procedimiento en el 0.23% (n=2), la trombosis femoral venosa en el 0.23% (n=2), trombosis arterial aguda en el 0.11% (n=1), síndrome de vena cava superior en el 0.11% (n=1), reacción vasovagal severa secundaria a isoproterenol en el 0.11% (n=1), parálisis auricular en el 0.11% (n=1), hematoma en el sitio de punción en el 0.11% (n=1) y hematoma retroperitoneal en el 0.11% (n=1). No se registraron en los 15 años de experiencia ningún caso de perforación de cavidades cardiacas o tamponade postintervención. (Gráfica 12)



Gráfica 12. Complicaciones reportadas en las ablaciones. VCS = vena cava superior.
BAV = Bloqueo atrioventricular completo.

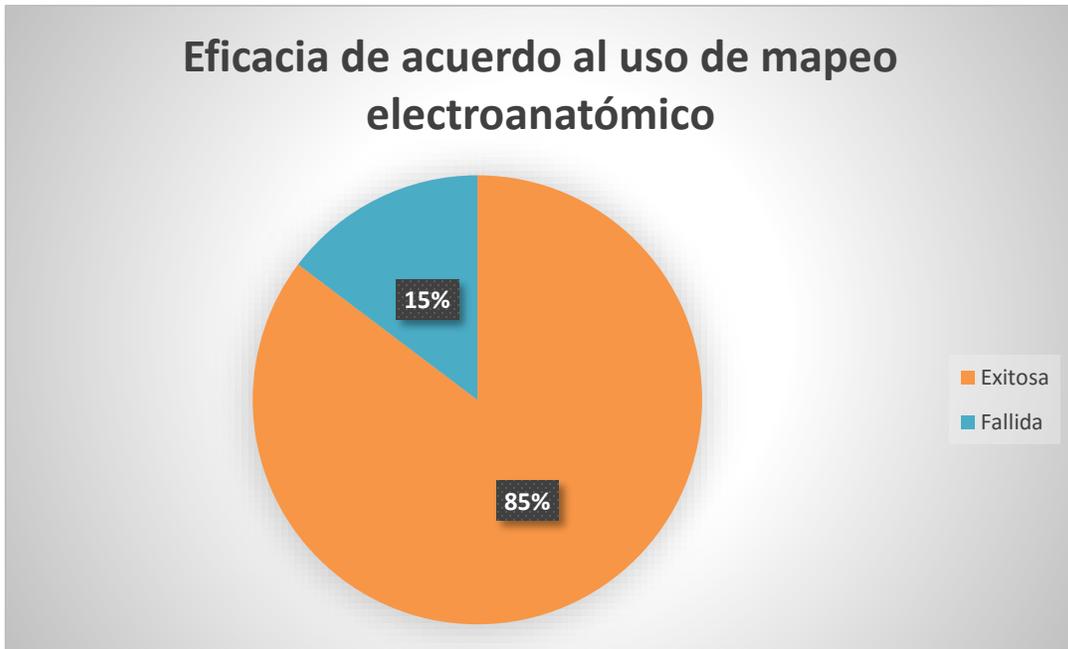
El 16.9% de los pacientes que fueron llevados a ablación con radiofrecuencia eran portadores de cardiopatía estructural, las más frecuentes fueron: anomalía de Ebstein, miocardiopatía dilatada, conexión anómala total de venas pulmonares y comunicación interauricular. En este grupo de pacientes se reportó que el 50% de las ablaciones en pacientes con atresia pulmonar con comunicación interventricular fue exitosa; el 100% en el caso de ausencia de conexión atrioventricular derecha con estenosis pulmonar; en el grupo de pacientes con conexión anómala total de venas pulmonares el 88.2% de las ablaciones fue exitosa y 11.8% fallida; en los defectos de la tabicación, tanto auricular como ventricular, fue exitosa en el 94.1% y fallida en el 5.9%; se reportaron ablaciones exitosas en el 100% de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica, doble salida de ventrículo derecho, dextrocardia en situs inverso, estenosis pulmonar, persistencia de conducto arterioso, tetralogía de Fallot, aorta bivalva, doble entrada en ventrículo izquierdo, doble orificio mitral, miocardio no compacto, miocardiopatía hipertrófica, mixoma auricular, cambio valvular tricuspideo secundario a endocarditis y tronco arterioso. En el caso de los pacientes con anomalía de Ebstein, se reportó que el procedimiento fue exitoso en el 87.5% (n=42), y fallido en el 12.5% (n=6); en la transposición clásica de grandes arterias, se reportó exitoso en el 50%, y en la transposición congénitamente corregida el éxito fue en 71.4% de los procedimientos realizados.

Para los pacientes con diagnóstico de miocardiopatía dilatada, se reportó que la ablación fue exitosa en el 63.1% de los procedimientos y fallida en el 38.9%. Se realizó una ablación en un paciente con diagnóstico de tumor en ventrículo izquierdo, la cual fue fallida. (Gráfica 13)

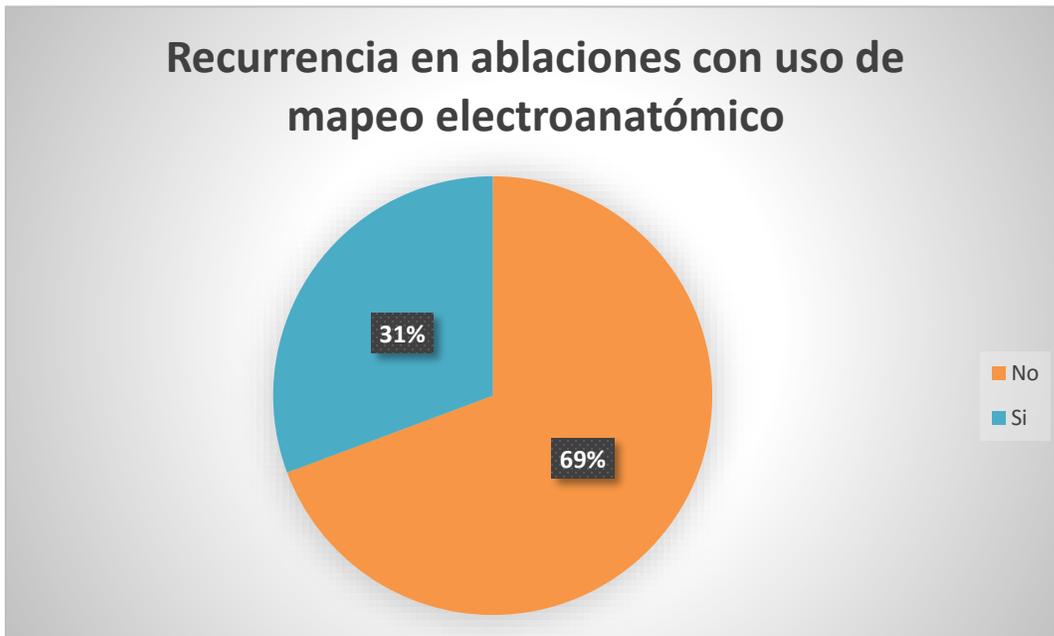


Gráfica 13. Éxito de la ablación de acuerdo a cardiopatía congénita. AP = Atresia pulmonar. CIV = comunicación interventricular. AT = atresia tricuspídea. EP = estenosis pulmonar. CATVP = conexión anómala total de venas pulmonares. CIA = comunicación interauricular. DSVD = doble salida de ventrículo derecho. PCA = persistencia de conducto arterioso. TGA = transposición de grandes arterias. VI = ventrículo izquierdo.

Se utilizó mapeo electroanatómico, ya sea con sistema CARTO o ENSITE en 8.6% de los procedimientos, de los cuales se reportaron exitosos en el 85.3% (n=64) y fallidos en el 14.7% (n=11). (Gráfica 14) En estos procedimientos se reportó una recurrencia en el 30.7% (n=23). (Gráfica 15)



Gráfica 14. Eficacia en procedimientos en los que se utilizó mapeo electroanatómico.



Gráfica 15. Recurrencia en procedimientos en los que se utilizó mapeo electroanatómico.

DISCUSIÓN

En los últimos 15 años el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez ha logrado consolidar una muy valiosa experiencia en la ablación con radiofrecuencia de las arritmias más frecuentes en la población pediátrica. Con un número que casi llega al millar de procedimientos, con una tasa de éxito superior al 93% y un muy bajo índice de complicaciones.

La forma de presentación de las arritmias en la edad pediátrica se asemeja mucho al de la población adulta, siendo las palpitaciones el síntoma cardinal, en especial en los pacientes sin cardiopatía estructural. En aquellos con antecedente de cardiopatías congénitas, corregidas o no, el seguimiento médico periódico pudo haber sido el factor determinante para el diagnóstico de las arritmias. Cabe resaltar la muy baja tasa de documentación electrocardiográfica o por holter de 24hrs de los eventos arrítmicos, lo que abona la idea de que el monitoreo prolongado (mayor a 48hrs) pudiera resultar en una mayor proporción de diagnósticos previos a los procedimientos.

Sin duda alguna, el síndrome de Wolff-Parkinson-White ocupa en la población pediátrica un claro primer lugar como causa de síntomas y como indicación para estudio electrofisiológico y ablación. La localización de la vía accesoria es consistente con lo reportado previamente en la literatura, y las tasas de éxito y recurrencia son comparables a la de estudios multicéntricos internacionales.

Digno de mención es que el promedio de las recurrencias, tras ablación de vía accesoria se presentaron posterior al primer mes y en algunos casos superó el año, lo que motiva a sugerir que los seguimientos de estos pacientes sean por tiempos prolongados.

En la población pediátrica, la presencia de cardiopatías congénitas es altamente frecuente, cabe recordar que las malformaciones del corazón son la malformación congénita más frecuente en el recién nacido presentándose en 1 de cada 100. En nuestra serie de casos, se hace evidente que el aumento en la complejidad anatómica de estos pacientes impacta en el éxito del procedimiento, la tasa de recurrencia, las complicaciones y el tiempo de fluoroscopia necesario. El uso de sistemas de mapeo electroanatómico en este grupo permite que el poder terapéutico del método se mantenga a pesar de la complejidad.

En términos de seguridad, la ablación con radiofrecuencia puede considerarse uno de los procedimientos intervencionistas más confiables. La baja tasa de complicaciones reportadas en esta serie así lo apoya. La mayor parte de las complicaciones, secuelas funcionales de la terapéutica

empleada, que pueden ser tratadas de manera inmediata por el mismo equipo. Durante el periodo estudiado no se presentaron complicaciones que comprometieran la vida de ninguno de los pacientes, tomando en consideración que un número importante de casos se dieron en edades y pesos por debajo de la media internacional de tratamiento, teniendo por ejemplo un caso de 2 meses de edad con diagnóstico de taquicardia auricular ectópica sin complicaciones periprocedimiento.

Además, un aspecto muy importante que se debe considerar en población pediátrica es el tiempo de exposición a la fluoroscopia, el cual en nuestro estudio se mantuvo dentro de rangos aceptables, siendo la mediana de 17 minutos, llegando incluso a ser un mínimo de 2 minutos.

Esta es la experiencia de un solo centro, que con el paso de los años ha ido cobrando volumen suficiente para considerarse especializado. El Departamento de Electrocardiología del Instituto Nacional de Cardiología no es un servicio dedicado exclusivamente a población pediátrica, sin embargo el número de casos pediátricos lo acredita como un centro de alto volumen.

CONCLUSIÓN

La ablación con radiofrecuencia en la población pediátrica representa un método eficaz para el tratamiento de las arritmias cardíacas en este grupo de pacientes debido a su alta tasa de éxito, de 90%, e incluso para algunos tipos de arritmias superior al 93%, como es el caso de la taquicardia por reentrada intranodal y la taquicardia por reentrada atrioventricular.

Además, la ablación con radiofrecuencia en la población pediátrica es un tratamiento seguro, presentándose un número de complicaciones bajo, de 2.7% de todos los procedimientos realizados. Todas ellas de resolución completa, y sin casos en donde se viera comprometida la vida del paciente tras el procedimiento.

La presencia de cardiopatía estructural incrementa el grado de complejidad de este procedimiento, impactando en la eficacia de este, y aumentando también la tasa de recurrencia. En estos casos, el mapeo electroanatómico se convierte en un aliado de crucial importancia para mantener los estándares terapéuticos del método.

El tiempo de fluoroscopia, a pesar de la complejidad anatómica que representan estos procedimientos, no sólo por la presencia de cardiopatías estructurales, si no también por el peso y la edad de algunos de los pacientes, se mantiene dentro de rangos aceptables para todas las indicaciones que motivaron llevar a los pacientes a estudio electrofisiológico y ablación.

Este trabajo reporta la experiencia en población pediátrica más importante en nuestro país y una de las más relevantes a nivel Latinoamericano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Van Hare, G. "Disturbances of Rate and Rhythm of the Heart". En: Kliegman, R; Stanton, B, et. Al. Nelson Textbook of Pediatrics. 20a. Ed. EUA, Elsevier, 2016. P:2250-2261.
2. Vetter, V; Rhodes, L. "Evaluation and Management of Arrhythmias in the Pediatric Population". En: Saksena, S; Camm, J. Electrophysiological Disorders of the Heart. 2a. Ed. EUA: Elsevier, 2012. P: 1043-1070.
3. Doniger, SJ, Sharieff, GQ. Pediatric dysrhythmias *Pediatr Clin North Am.* 2006; 53(1):85-105.
4. Iturralde, P; et. Al. "Arritmias en Pediatría". En: Arritmias Cardiacas. 3a. Ed. México: McGraw-Hill, 2008. P. 821-860.
5. Van Hare, G. "Ablation in Pediatrics". En: Zipes, D. Jalife, J. Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside. 6a. Ed. EUA: Elsevier, 2014. P: 1277-1284.
6. Iturralde, P; et. Al. "Aspectos clínicos de las arritmias". En: Arritmias Cardiacas. 3a. Ed. México: McGraw-Hill, 2008. P. 47-56.
7. Tsao, S; Deal, B. Management of symptomatic Wolff-Parkinson-White syndrome in childhood. *Progress in Pediatric Cardiology* 2013; 35: 7-15.
8. Ko, JK; Deal BJ; et. Al. Supraventricular tachycardia mechanisms and their age distribution in pediatric patients. *Am J Cardiol.* 1992; 69(12): 1028-1032.
9. Deutsch, K; et. Al. Validation of Standard and New Criteria for the Differential Diagnosis of Narrow QRS Tachycardia in Children and Adolescents. *Medicine*, 2015; 94 (51): e2310.
10. Nava Townsend, S. Arritmias en adultos con cardiopatía congénita. *Arch Cardiol Mex*, 2007; 77: S2, 47-50.

11. Khairy, P; et. Al. PACES/HRS Expert Consensus Statement on the Recognition and Management of Arrhythmias in Adult Congenital Heart Disease. *Heart Rhythm* 2014; 11 (10): e102-e165.
12. Van Hare, G. "Arrhythmias Associated with Congenital Heart Disease". En: Saksena, S; Camm, J. *Electrophysiological Disorders of the Heart*. 2a. Ed. EUA: Elsevier, 2012. P: 1107-1118.
13. Rivera, L; et. Al. "Arritmias en Cardiología Pediátrica". En: Attie, F; Calderón, J; et. Al. *Cardiología Pediátrica*. 2a. Ed. México: Panamericana, 2013. P. 483 – 512.
14. Iturralde, P; et. Al. "Ablación con radiofrecuencia y mapeo electroanatómico (Sistema CARTO) de las arritmias cardíacas". En: *Arritmias Cardíacas*. 3a. Ed. México: McGraw-Hill, 2008. P. 929-942.
15. Kang, KT; et. Al. Current management of focal atrial tachycardia in children: a multicenter experience. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2014; (4): 664-670.
16. Asirvatham, S; Stevenson, W. Atrioventricular Nodal Block with atrioventricular Nodal Reentrant Tachycardia Ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2015; 8: 745-747.
17. Willems S, et. Al. Catheter ablation of atrial flutter guided by electroanatomic mapping (CARTO): A randomized comparison to the conventional approach. *J Cardiovascular Electrophysiology* 2000; 11:1223-1230.
18. Gepstein L, et. Al. A novel method for nonfluoroscopic electromechanical mapping of the heart. *Circulation* 1997; 96:3672-3680.
19. Csedis Nielsen, J; et. Al. Radiofrequency ablation in children and adolescents: results in 154 consecutive patients. *Europace* 2006; 8: 323-329.
20. Koca, S; et. Al. Electroanatomic mapping-guided radiofrequency ablation of adenosine sensitive incessant focal atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic cuspid in a child. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2014; 14(5): 258-262.

21. Van Hare, G. Pediatric Electrophysiology Series-Catheter ablation in children. *Heart Rhythm*, 2009; 6 (3): 423-425.
22. Iturralde-Torres, P, Márquez, M. Contributions of the Instituto Nacional de Cardiología in the diagnosis and treatment of the Wolff-Parlison-White syndrome. *Arch Cardiol Mex* 2010; 80(4): 329-337.
23. Kugler, J; et. Al. Radiofrequency Catheter Ablation for Tachyarrhythmias in Children and Adolescents. *N Engl J Med* 1994; 330: 1481-1487.
24. Hamilton, R; et. Al. Risk vs Benefit for Catheter Ablation in the Small Child: When Does the Bough Break?. *Canadian Journal of Cardiology* 2011; 27: 523.e1-523.e2.
25. Silver, E; Silva, J; et. Al. Cryoablation with an 8-mm Tip Catheter for Pediatric atrioventricular Nodal Reentrant Tachycardia Is Safe and Efficacious with a Low Incidence of Recurrence. *PACE* 2010; 33: 681-686.
26. Hanninen, M; et. Al. Cryoablation versus RF ablation for AVNRT: a Meta-Analysis and Systematic Review. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013; 24: 1354-1360.
27. Van Hare, G; et. Al. Prospective assessment after pediatric cardiac ablation: Fate of intracardiac structure and function, as assessed by serial echocardiography. *Am Heart J* 2007; 153: 815-820.