



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE MEDICINA
 DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
 HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

**MEDIDAS DEL QRS COMO CRITERIO DE DISFUNCIÓN
 VENTRICULAR DERECHA EN PACIENTES OPERADOS DE
 TETRALOGÍA DE FALLOT**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

DR. CASTO ALEJANDRO ALVARADO GUILLÉN

TUTORES:

**DRA. BEGOÑA MAGDALENA SEGURA STANFORD
 DR. JULIO ROBERTO ERDMENGER ORELLANA
 DR. ALFONSO REYES LÓPEZ**



CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DE 2019



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).

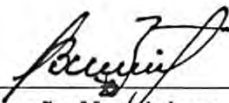
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

HOJA DE FIRMAS

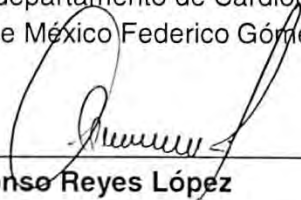
Dra. Rebeca Gómez Chico Velasco
Directora de Enseñanza y Desarrollo Académico
Hospital Infantil de México Federico Gómez



Dr. Julio Roberto Erdmenger Orellana
Jefe del Departamento de Cardiología
Hospital Infantil de México Federico Gómez



Dra. Begoña Magdalena Segura Stanford
Director de tesis
Médico Adscrito al departamento de Cardiología
Hospital Infantil de México Federico Gómez



M.C. Alfonso Reyes López
Director de tesis
Investigador del Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dra. Rebeca Gómez Chico Velasco
Directora de Enseñanza y Desarrollo Académico
Hospital Infantil de México Federico Gómez

*A Dios y mi padre que cada día han estado conmigo dándome
fuerzas y guiando mí camino.*

*Pao mi esposa que me ha acompañado incondicionalmente en este
viaje, siempre con amor y paciencia.
A mi mama y hermano que son parte fundamental en mi vida y
me han motivado siempre a seguir adelante.*

*A mis asesores y maestros, por el apoyo que siempre he recibido de
ustedes, por sus consejos, y guía en este camino que apenas me
adentro.*

ÍNDICE

• Resumen	5
• Introducción	6
• Antecedentes	7
• Marco Teórico	9
• Planteamiento del problema	15
• Pregunta de investigación	15
• Justificación	16
• Objetivos	
○ General	17
○ Específicos	17
• Hipótesis	17
• Metodología	
○ Lugar de estudio	17
○ Diseño de estudio	17
○ Población de estudio	17
○ Criterios de inclusión	18
○ Criterios de exclusión	18
○ Criterios de eliminación	18
○ Procedimiento	19
• Consideraciones éticas	20
• Plan de análisis estadístico	20
• Descripción de variables	21
• Resultados	22
• Discusión	27
• Conclusiones	28
• Limitaciones del estudio	29
• Cronograma de actividades	29
• Referencias Bibliográficas	30
• Anexos	33

RESUMEN

Título: Medida del QRS como criterio de disfunción ventricular derecha en pacientes operados de tetralogía de Fallot.

Introducción: La resonancia magnética cardiaca se ha convertido en el estándar de oro en la evaluación a corto y largo plazo de los pacientes operados de corrección total de tetralogía de Fallot y es el método de referencia para cuantificar los volúmenes y la función ventricular derecha y decidir el mejor momento para recambio valvular pulmonar y así obtener los beneficios de un reemplazo valvular pulmonar debidamente programado en la remodelación del ventrículo derecho.

Sin embargo se trata de un recurso caro, y no accesible en todos los centros; existen algunas series que han tratado de correlacionar el ancho del QRS en el electrocardiograma con el grado de disfunción ventricular y ser un marcador real para el seguimiento de estos pacientes, siendo una opción de fácil acceso y a bajo costo. Estas series aún son limitadas, y muchas de ellas se han realizado en adultos, o adolescentes, por lo que es de interés realizar más estudios y en población pediátrica

Objetivos: Correlacionar la medida del QRS mayor o menor a 140 milisegundos con la función del ventrículo derecho obtenidos por resonancia magnética en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia valvular pulmonar.

Material y métodos: Estudio ambispectivo, transversal, observacional y analítico. Se analizaron los parámetros de función ventricular derecha medidos por resonancia magnética en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot en pacientes con medida del QRS mayor o menor a 140 milisegundos, que han hecho su seguimiento en la consulta externa del Hospital Infantil de México entre Marzo de 2014 y Mayo de 2017.

Resultados: En total se pudieron incluir 50 pacientes, de los cuales 21 se encontraron con QRS menor a 140 mseg, con volúmenes promedios medidos por RMN telesistólico 61mlm2sc, telediastólico 120mlm2sc, y FEVD 53%, y solo uno de estos con criterios de disfunción, mientras que 29 pacientes con QRS mayor a este promedio presentaron volumen telesistólico de 98 mmlm2sc, telediastólico de 180mlm2sc y FEVD 45%, con P de Pearson en el primer grupo de hasta 0.7. Además se encontró que por cada 10 mseg el riesgo de presentar disfunción ventricular es de 1.6 ($p=0.003$). Y que los pacientes que tiene QRS mayor a 140mseg tiene riesgo relativo de 12.5 veces más de presentar disfunción ventricular comparado con el grupo de QRS menor.

Conclusiones: En este estudio se demuestra que el valor del QRS del electrocardiograma menor a 140 milisegundos, puede ser un criterio fiable en el seguimiento de los pacientes post operados de corrección total de tetralogía de Fallot en niños, así el seguimiento en estos pacientes puede ser más estrecho, sin necesidad de realizar resonancia magnética frecuentemente, y únicamente indicarla cuando el QRS es ancho, ya que en este grupo no se encontró una proporción directa con los volúmenes ventriculares, pero la probabilidad de presentar disfunción en este estudio es de 12 veces mayor al sobrepasar este rango .

INTRODUCCIÓN

La Tetralogía de Fallot tiene una prevalencia de 3 por 10.000 recién nacidos vivos, representa la cardiopatía congénita cianógena más frecuente, caracterizada por cuatro elementos fundamentalmente, hipoplasia infundibular, comunicación interventricular, cabalgamiento de la aorta e hipertrofia ventricular derecha ^{(5),(12)}. Las manifestaciones clínicas dependen fundamentalmente del grado de obstrucción infundibular, la cianosis se hace más evidente e incluso podría desencadenarse crisis de hipoxia ⁽⁶⁾. De manera inicial, puede requerir algún procedimiento paliativo, para tiempo después realizar la corrección quirúrgica total ⁽⁵⁾ en la cual se cierra el defecto del tabique interventricular, se realiza resección de la obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho que en ocasiones requiere de colocación de parche transanular que a su vez conduce a insuficiencias pulmonares. ⁽⁶⁾

Hasta hace unos años se creía que el ventrículo derecho toleraba cualquier sobrecarga de volumen, no obstante, la insuficiencia pulmonar aumenta la precarga del ventrículo derecho con posterior dilatación del mismo, así como disfunción ventricular, y disincronía provocando dilatación, fibrosis y disminución en la fracción de eyección, incrementando la posibilidad de arritmias ventriculares, aumento en la duración del complejo QRS y riesgo de muerte súbita ⁽⁸⁾. El remplazo de la válvula pulmonar se realiza de forma electiva con baja mortalidad operatoria alrededor de 1-4%, ⁽⁹⁾ El tiempo óptimo para el recambio valvular es crucial para mejorar estas condiciones, y representa un reto para el clínico, mediante resultados de resonancia magnética, se ha logrado establecer como criterios: volumen telediastólico de 150 ml/m² por superficie corporal, volumen telesistólico de 80 ml/m² por superficie corporal y fracción de eyección del ventrículo derecho menor de 47%, para considerar apropiado el reemplazo valvular pulmonar, individualizando cada caso además de la presencia de sintomatología clínica importante ^(8,10).

La resonancia magnética cardiaca es el estándar de oro para estimar estos parámetros, sin embargo es un recurso costoso, y que no está disponible en todos los centros. En este contexto otros estudios no invasivos como el electrocardiograma pueden ser importantes marcadores indirectos de la progresión cardiaca. La relación entre el ancho del QRS y su

fragmentación aunado a parámetros clínicos se han tratado de correlacionar para identificar aquellos pacientes con disfunción del ventrículo derecho y /o dilatación secundaria severa ⁽⁷⁾.

ANTECEDENTES

A pesar que la sobrecarga de volumen del ventrículo derecho secundaria a la insuficiencia pulmonar severa posterior a la cirugía de corrección de tetralogía de Fallot, puede ser bien tolerado por muchos años, se ha demostrado que los mecanismos compensatorios del miocardio ventricular derecho fracasan y que si la sobrecarga volumétrica no se elimina o se reduce mediante la sustitución de la válvula pulmonar, la disfunción ventricular puede ser irreversible ⁽⁸⁾.

Se conoce que la insuficiencia pulmonar severa altera la función biventricular. Los beneficios de un reemplazo valvular pulmonar en los pacientes operados de corrección total de tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar significativa, debidamente programado en la remodelación del ventrículo derecho y la recuperación de la función han sido indiscutibles, sin embargo, la decisión de intervenir dependerá de muchos factores incluyendo la presencia de sintomatología clínica importante, parámetros de función medidos por resonancia magnética cardiaca: volúmenes telesistólico y telediastólico y la fracción de eyección del ventrículo derecho, obstrucción residual del tracto de salida del ventrículo derecho, insuficiencia tricuspídea y función sistólica del ventrículo izquierdo ^(8,12).

El reemplazo valvular pulmonar mejora los síntomas, normaliza los volúmenes del ventrículo derecho, y mejora la función ventricular. La mayoría de los estudios sobre el papel del reemplazo valvular pulmonar han examinado los adolescentes mayores o adultos. Se sabe menos acerca de los beneficios potenciales de la sustitución valvular pulmonar en niños con tetralogía de Fallot y dilatación ventricular derecha significativa ^(1,24).

La insuficiencia pulmonar da como resultado dilatación del ventrículo derecho que se ha asociado a la presencia de arritmias. Grothoff, y colaboradores demostraron la relación existente entre la duración del complejo QRS y el volumen diastólico terminal del ventrículo derecho, así mismo, se demostró que el reemplazo valvular pulmonar redujo la duración del QRS y el volumen diastólico final del ventrículo derecho ⁽⁴⁾. Determinar el

momento preciso para el recambio valvular en pacientes con insuficiencia pulmonar significativa puede ser difícil, ya que la mayoría se encuentran asintomáticos aun si la insuficiencia pulmonar es significativa ⁽²⁵⁾.

La resonancia magnética cardiaca, ha evolucionado en los últimos 20 años, y en la actualidad es la técnica de imágenes estándar de elección para evaluar las secuelas anatómicas y funcionales en pacientes operados de corrección total de tetralogía de Fallot, ya que proporciona información exacta en el cálculo de volúmenes y de fracción de eyección del ventrículo derecho. Además permite analizar el tracto de salida del ventrículo derecho, la estenosis de ramas pulmonares y la presencia de fibrosis ventricular ^(2,7).

Gengsakul, et al, encontraron que los síntomas y la clase funcional mejoran después del recambio valvular, así como una disminución en la insuficiencia pulmonar e insuficiencia tricuspídea, no se demostró reducción de las arritmias, sin embargo no se registraron muertes súbitas durante la cohorte ⁽¹⁴⁾.

En la actualidad, la tendencia en el manejo de la insuficiencia pulmonar consiste en la implantación de válvulas pulmonares competentes antes de la edad adulta y a partir de los 6 años de edad. Para este propósito, se utilizan válvulas de homoinjerto o bovinos, aunque estas válvulas se implantan quirúrgicamente, la implantación percutánea ha tenido éxito y se ha convertido en uno de los campos más fascinantes de la cardiología actual, pudiendo llegar a ser el método de elección en el futuro cercano. El reemplazo valvular aislado continúa siendo un procedimiento de bajo riesgo, con una mortalidad perioperatoria menor del 2% y una sobrevida excelente a 10 años de 85-95% ⁽²⁸⁾.

Algunos trabajos como el de Tanasan en Irán tratan de correlación el ancho del QRS con grado de disfunción ventricular derecha, encontrando resultados prometedores en una serie de 57 pacientes postoperados de tetralogía de Fallot encontrando que la duración mayor a 160 milisegundos predice una insuficiencia pulmonar severa con 100% de sensibilidad y 87 % de especificidad ⁽¹⁾.

MARCO TEÓRICO

La tetralogía de Fallot fue descrita en 1988 por Ethiene- Louis Arthur Fallot, quien hizo la descripción de las cuatro características morfológicas básicas, en una misma entidad que denominándola la “malaide bleue” (enfermedad azul), y describió la correlación clínica y

anatómica de tres casos, en el *Marseille Medical Journal*; sin embargo, el nombre Fallot, se atribuye a Maude Abbot en 1924, autora de un atlas sobre cardiopatías congénitas, pero cabe recalcar que el autor de la primera descripción conocida de la malformación fue el danés Niels Stensen en 1673 y la primera descripción ilustrada correspondió a William Hunter, en Londres, en 1784. Aunque las cuatro características anatómicas fundamentales: obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho, defecto septal ventricular, cabalgamiento de la aorta, e hipertrofia del ventrículo derecho, no se han modificado hasta la actualidad, de acuerdo con Anderson ⁽¹⁷⁾, se centra en el desplazamiento cefálico y anterior del septum infundibular, de la cual deriva la obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho. El reconocido embriólogo Richard Van Praagh, propone que la tetralogía de Fallot resulta del subdesarrollo del infundíbulo subpulmonar ^(6,16).

Epidemiología

Alrededor del 3.5% de los niños que nacen con una cardiopatía congénita, tienen Tetralogía de Fallot, lo que corresponde a 0.28 por cada 1,000 nacidos vivos ⁽⁶⁾. Sin embargo, el porcentaje sobre la totalidad de las cardiopatías congénitas aumenta después del año y alcanza el 10% por la pérdida de enfermos con patologías más graves. Como ocurre con la mayoría de las enfermedades congénitas del corazón, la etiología precisa de esta malformación se desconoce. La mayoría de los casos son esporádicos; pero, se ha reconocido que la microdelección de la región q11 del cromosoma 22 está presente hasta en el 25% de los pacientes. Algunos autores recomiendan que en todo paciente en el que se haga el diagnóstico de esta patología, se realice la búsqueda de la microdelección mediante método FISH ⁽¹⁷⁾. El riesgo de recurrencia en el siguiente embarazo se ha estimado en un 3%; además, cuando la madre tiene Tetralogía de Fallot, el riesgo sobre el producto es aproximadamente del 10%; no obstante, este riesgo es para todas las cardiopatías, lo cual implica que la mayoría son menores y no requieren intervención. Se han reportado algunos casos de gemelos homocigóticos con Tetralogía de Fallot ⁽¹⁸⁾.

Cuadro clínico

Es variable y depende principalmente del grado de obstrucción pulmonar, la cianosis puede ser sutil debido a la presencia de un conducto arterioso permeable, en casos en los cuales la obstrucción es severa y se ha ocluido el conducto arterioso, la presencia de hipoxia y acidosis importantes se presentan desde las primeras horas o días de vida ⁽¹⁷⁾.

Afortunadamente, la mayoría de los niños con tetralogía de Fallot se encuentran con poca o sin cianosis al nacimiento, pero puede auscultarse un soplo eyectivo valvular pulmonar. Con el pasar de los días o semanas, la estenosis infundibular se acentúa, la cianosis aparece y podría desencadenarse una crisis de hipoxia ⁽⁶⁾.

Muchos pacientes con esta patología permanecen asintomáticos durante los primeros meses de vida y si durante el crecimiento y desarrollo se observa una ganancia ponderal adecuada, no será necesaria una intervención quirúrgica y se deberá realizar la cirugía de corrección total a partir de los 6 meses de edad aproximadamente ⁽⁶⁾.

La crisis de hipoxia es la complicación más grave de esta cardiopatía, puede ocurrir inclusive en pacientes con poca obstrucción infundibular, pacientes que presentan discreta cianosis e incluso en asintomáticos. Es de común aparición en las mañanas, al despertar, y desencadenarse después de un esfuerzo físico o con la presencia de fiebre. Por lo general las reacciones adrenérgicas son las responsables del cuadro de hipoxia, produciendo disminución brusca y significativa del flujo a través del infundíbulo del ventricular derecho, fenómeno que explica su aparición en enfermos con estenosis pulmonar infundibular no tan marcada. El resultado de la severa disminución del flujo sanguíneo pulmonar y se caracteriza por aumento de la cianosis, taquipnea, dificultad respiratoria severa y pérdida del estado de consciencia. La presencia de crisis de hipoxia encuentra apoyo en la desaparición del soplo sistólico, y mejoría con los fármacos bloqueadores de los receptores beta ^(15,20). El tratamiento de esta complicación debe iniciarse intentando reducir cualquier causa de ansiedad para el niño se lo debe colocar en posición gen pectoral para aumentar la resistencia vascular sistémica y de no resultar eficaz, debe administrarse sedación como inotrópico negativo y coadyuvante en la relajación de los haces musculares del tracto de salida del ventrículo derecho, además de la administración de oxígeno al 100% para controlar la hipoxemia ⁽⁶⁾. En la exploración física podemos evidenciar en la mayor parte de los casos cianosis, la cual se localiza fundamentalmente en las mucosas y los lechos ungueales. A la auscultación el primer ruido suele ser normal y el segundo ruido en la base es único, debido a que el componente pulmonar está apagado, y podría estar desdoblado cuando la estenosis infundibular es leve y la válvula pulmonar normal. Los casos con estenosis infundibular muy grave se acompañan de un chasquido protosistólico aórtico, tal como ocurre en las atresias pulmonares con comunicación interventricular. Existe en el tercer espacio

intercostal izquierdo un soplo sistólico eyectivo, crescendo-decrescendo, provocado por la estenosis infundibular pulmonar, entre más grave es la obstrucción, el soplo es de menor intensidad, pudiendo estar ausente ^(6,17,20).

Diagnóstico

La radiografía de tórax puede ser normal, sin cardiomegalia importante, en los casos con poca obstrucción pulmonar, las alteraciones que puedes presentarse en la radiografía de tórax son el flujo pulmonar disminuido, la silueta pulmonar excavada, el ápex levantado y particularmente el arco aórtico derecho, observándose en alrededor de 30%. Es típica la imagen del “Zapato sueco”, que está dada, por el arco medio izquierdo cóncavo, la punta del corazón levantada y por hipertrofia del ventrículo derecho; el arco medio excavado se debe a la estenosis pulmonar infundibular y la anomalía anatómica del infundíbulo pulmonar ^(6,15).

En el electrocardiograma suele presentarse en ritmo sinusal y pudiendo ser normal en las primeras semanas de vida, para luego evidenciarse eje de QRS a la derecha, ondas P acuminadas en las derivaciones DII y V1, datos de hipertrofia ventricular derecha ⁽¹⁷⁾.

El ecocardiograma es el método de elección para el diagnóstico y debe realizarse lo antes posible, se recomienda seguir el abordaje con el análisis secuencial y segmentario en todos los casos. Desde el eje subcostal panorámico del ventrículo derecho se puede observar la obstrucción del tracto de salida por desviación anterior e izquierda del septum infundibular, el cabalgamiento de la aorta, la hipertrofia ventricular derecha. Se debe evaluar siempre el origen de las coronarias para descartar anomalías de las mismas que podrías complicar la cirugía de corrección total de esta patología ^(6,17).

Tratamiento

Sin alguna intervención quirúrgica, la supervivencia es pobre y a mayor grado de obstrucción pulmonar esta disminuye, se ha observado que cerca del 50% de los niños con Tetralogía de Fallot fallecen en los primeros años de vida y difícilmente alguno sobrevive más allá de los 30 años ⁽²⁰⁾. En contraste, en la actualidad puede esperarse que el 90% de los niños operados de corrección total sobrevivan hasta la quinta década de la vida ⁽⁶⁾.

Desde la primera intervención correctiva con circulación extracorpórea con un donador realizado por Lillehei y colaboradores, desde entonces se ha evolucionado a efectuar la

corrección quirúrgica total en edades tempranas y no realizar cirugías paliativas. La mortalidad temprana de la corrección total reportada por centros especializados de los países desarrollados ha sido menor al 3% ⁽¹⁷⁾.

En la experiencia inicial del Hospital Sick Children's de Toronto; realizaban la corrección en dos tiempos, posteriormente hubo un periodo de transición entre 1993 y 1998 en donde fueron abandonando la paliación, de tal manera que el antecedente de efectuar una fístula sistémico pulmonar previa, pasó de 38% al 0% en una serie de 227 casos sometidos a corrección total, con una mortalidad entre 2.6% y de 0% en los últimos tres años ⁽¹⁹⁾.

Una revisión multicéntrica publicada en 2008 reveló que la corrección total puede realizarse incluso antes de los seis meses de edad y sin aumento de la mortalidad, pero cuando la operación se realiza en menores de tres meses, se demostró que los días de estancia en la cuidados intensivos, el tiempo de intubación endotraqueal y el uso de inotrópicos se encontraron aumentados ⁽²⁹⁾. Es interesante que en el estudio de Van Arsdell y colaboradores concluyen que mejor supervivencia y mejores resultados fisiológicos se obtienen cuando la corrección total se realiza dentro de los 3 a los 11 meses de vida ⁽²⁶⁾. Sin embargo, describen efectos adversos de la circulación extracorpórea sobre el cerebro de los niños menores de 6 meses y la prolongada recuperación postoperatoria de estos pacientes ⁽²⁵⁾.

Aunque la mortalidad operatoria de la corrección total inicial de la tetralogía de Fallot ha disminuido en las últimas cuatro décadas hasta lograr series con menos del 3% ⁽³²⁾, y la sobrevivencia a largo plazo permite una supervivencia hasta la quinta década, no se han podido reducir las metas a largo plazo, el riesgo de muerte tardía, si bien bajó, se mantiene en 0.5 ± 0.07 por año y el riesgo de reoperación a largo plazo se ha mantenido prácticamente sin cambios; el 50% de los pacientes han sido reoperados después de 30 años ^(25,26).

Complicaciones

Las principales causas de reoperación de los pacientes a los cuales se realizó cirugía de corrección total de Tetralogía de Fallot son: la insuficiencia pulmonar, la estenosis pulmonar o del tracto de salida del ventrículo derecho y la comunicación interventricular residual. Es interesante, en general, que el riesgo de re intervención disminuye con el tiempo: de 2% por año a los 10 años, se redujo a 1.6% por año a los 40 años; sin

embargo, el riesgo de muerte se incrementa ligeramente debido a las arritmias y la muerte súbita ⁽²⁰⁾.

Hace 20 años, todavía se consideraba que la insuficiencia pulmonar posterior a la corrección total era un fenómeno bien tolerado a largo plazo, sin embargo, estudios posteriores demostraron no es así. La insuficiencia pulmonar importante se observó relacionada al ensanchamiento progresivo del QRS, a la presencia de arritmias graves, falla ventricular derecha y muerte ⁽²²⁾. Entre los factores de riesgo asociados a insuficiencia pulmonar a largo plazo, el más importante ha sido el uso de parche transanular al momento de la reparación total, sin embargo, no todos están de acuerdo en que el parche transanular sea un factor significativo ⁽²⁵⁾. La indicación de reemplazo valvular pulmonar en pacientes operados de Tetralogía de Fallot no es fácil, ya que la mayoría de los enfermos se encuentran asintomáticos aun con insuficiencia pulmonar significativa ⁽¹⁰⁾.

Therrien y Colaboradores en el año 2000, estudiaron 25 casos consecutivos de reemplazo valvular pulmonar en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot, concluyeron que las operaciones se habían realizado de manera tardía; el reemplazo valvular pulmonar no mejoró los volúmenes ventriculares, ni la fracción de eyección ventricular derecha ⁽²⁸⁾. En un estudio posterior del mismo grupo, se estudiaron 29 pacientes con menos dilatación ventricular derecha, encontrándose que los límites superiores medidos por resonancia magnética cardiaca para obtener regresión del deterioro ventricular derecho eran 170 ml/m² de superficie corporal de volumen telediastólico y 85 ml/m² de superficie corporal del volumen telesistólico, concluyéndose que después de cierto grado de dilatación ventricular derecha, la recuperación de la función es muy poco probable ⁽¹⁰⁾.

En 2013 se publicó una revisión descrita por Tal Geva en la cual se proponen criterios para considerar reemplazo valvular pulmonar en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot en los cuales se citan parámetros de evaluación de función ventricular derecha medidos por resonancia magnética, que son volumen telediastólico de 150 ml/m² de superficie corporal, de volumen telesistólico de 80 ml/m² de superficie corporal y fracción de eyección del ventrículo derecho < 47%, entre otros ⁽¹⁰⁾.

El riesgo operatorio del reemplazo pulmonar es bajo, menos del 1%, y la supervivencia a 10 años es de 96% ($\pm 2\%$) y a 20 años es de 94% ($\pm 3\%$). Desafortunadamente, muchos requerirán una re intervención especialmente si se usa prótesis biológica, como es lo habitual ⁽¹²⁾.

El implante de la pulmonar es una alternativa real al problema de largo plazo de los pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot. La serie más grande publicada por Lurz y colaboradores, reporta 155 pacientes intervenidos, sin mortalidad peri procedimiento y la mortalidad tardía ha sido muy baja. Los porcentajes libres de re intervención fueron 93%, 86%, 84%, y 70% a 10, 30, 50 y 70 meses respectivamente ⁽¹³⁾. Una limitante de mucha importancia es el diámetro del tracto de salida cuando éste se encuentra muy dilatado, lo cual es común con la utilización de parche transanular, no se puede implantar la prótesis de forma percutánea. De cualquier forma, es importante señalar que el implante pulmonar reduce significativamente la aparición de arritmias ⁽²⁹⁾.

Otras causas de re intervención de pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot es la reconstrucción del tracto de salida por estenosis residual o reestenosis, la reparación de aneurisma de parche del tracto de salida y el cierre de comunicación interventricular residual. El reemplazo valvular aórtico por insuficiencia aórtica si es que ocurre, es poco frecuente ⁽²⁵⁾.

En cuanto al desarrollo de arritmias, después de 35 años de la corrección total, el porcentaje de taquicardia ventricular sostenida puede llegar al 11.9% y la muerte súbita al 6%, siendo éste el mecanismo por el que muere un tercio de los casos en etapa tardía. El substrato más común para ambas situaciones es la presencia de dilatación y disfunción ventricular derecha, asociadas o no a insuficiencia pulmonar significativa, pero vinculadas a ensanchamiento del QRS ≥ 180 ms del electrocardiograma. El reemplazo valvular pulmonar reduce el riesgo de arritmias siempre y cuando la intervención haya sido oportuna. Los pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot ocupan el primer lugar en el uso de desfibrilador dentro del grupo de las cardiopatías congénitas ⁽²⁹⁾.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La insuficiencia valvular pulmonar crónica es la complicación más frecuente que requiere reoperación en los pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot, esto comúnmente asociado a una extensa ventriculotomía, infundibulectomía, así como parches transanulares grandes en el tracto de salida del ventrículo derecho. Determinar el momento adecuado para el reemplazo valvular pulmonar en estos pacientes puede ser difícil, ya que la mayoría de los enfermos se encuentran asintomáticos aun con insuficiencia pulmonar significativa.

La evaluación de la función ventricular derecha por resonancia magnética cardiaca se ha convertido en el estándar de oro para el seguimiento de estos pacientes y determinar el momento ideal para su corrección; desafortunadamente se trata de un recurso caro, y no accesible en todos los centros, sin embargo existen algunas series que han tratado de correlacionar el ancho del QRS en el electrocardiograma con el grado de disfunción ventricular y ser un marcador real para el seguimiento de estos pacientes, siendo una opción de fácil acceso y a bajo costo. Estas series aún son limitadas, y muchas de ellas se han realizado en adultos, o adolescentes, por lo que es de interés realizar más estudios y en población pediátrica.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es la relación del ancho del QRS menor o mayor a 140 milisegundos con la disfunción del ventrículo derecho en pacientes operados de corrección total de tetralogía de Fallot?
2. ¿Puede el electrocardiograma ser un marcador de seguimiento en el paciente post operado de tetralogía de Fallot, para valorar recambio valvular pulmonar por disfunción ventricular derecha?

JUSTIFICACIÓN

La Tetralogía de Fallot es la cardiopatía cianógena más frecuente en nuestro país. La reparación quirúrgica de esta patología a menudo da como resultado el desarrollo de insuficiencia valvular pulmonar que se ha asociado con dilatación ventricular derecha, y posteriormente disfunción biventricular, aparición de arritmias malignas y muerte súbita.

La resonancia magnética cardíaca se ha convertido en el estándar de oro en la evaluación a corto y largo plazo de los pacientes operados de corrección total de tetralogía de Fallot y es el método de referencia para cuantificar los volúmenes y la función ventricular derecha y decidir el mejor momento para recambio valvular pulmonar y así obtener los beneficios de un reemplazo valvular pulmonar debidamente programado en la remodelación del ventrículo derecho y la recuperación de la función.

Sin embargo se trata de un recurso caro, y no accesible en todos los centros; existen algunas series que han tratado de correlacionar el ancho del QRS en el electrocardiograma con el grado de disfunción ventricular y ser un marcador real para el seguimiento de estos pacientes, siendo una opción de fácil acceso y a bajo costo. Estas series aún son limitadas, y muchas de ellas se han realizado en adultos, o adolescentes, por lo que es de interés realizar más estudios y en población pediátrica^(1,3)

El hospital Infantil de México Federico Gómez es centro de referencia nacional para corrección quirúrgica de tetralogía de Fallot, con una población en seguimiento postquirúrgico importante, equiparable a los grandes centros mundiales, por lo que sería de gran impacto para el seguimiento de estos pacientes tanto clínicos como económicos, el correlacionar el ancho del complejo QRS del electrocardiograma como parámetro para el seguimiento de los mismos.

OBJETIVOS

General.

Correlacionar la medida del QRS mayor o menor a 140 milisegundos con la función del ventrículo derecho obtenido por resonancia magnética en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia valvular pulmonar.

Específicos

1. Analizar la función del ventrículo derecho medida por resonancia magnética cardiaca en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con $QRS \geq$ a 140 milisegundos.
2. Determinar las indicaciones para recambio de válvula pulmonar en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot.

HIPOTESIS

El ancho del QRS guarda relación con el grado de dilatación y disfunción ventricular derecha en pacientes post operados de corrección total tetralogía de Fallot

METODOLOGÍA

Lugar de estudio

Consulta Externa del servicio de Cardiología Del Hospital Infantil de México Federico Gómez, que es una Institución de tercer nivel de atención dependiente de la Secretaría de Salud.

Diseño de estudio

Estudio observacional, transversal, analítico, ambispectivo.

Población de estudio

Pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar en seguimiento por la consulta externa de cardiología con estudio de resonancia magnética entre Enero de 2014 a Mayo de 2018.

Criterios de Inclusión:

1. Operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar mayores a 4 años
2. Pacientes en seguimiento en consulta externa de cardiología 2014 - 2018.
3. Electrocardiograma de 12 derivaciones con QRS sin importar el ancho del QRS.
4. Pacientes que se realizaron Resonancia magnética cardiaca, o se pueda realizar dentro del periodo de estudio.

Criterios de Exclusión:

1. Pacientes con doble vía de salida tipo Fallot, atresia pulmonar con comunicación interventricular.
2. Pacientes que no cuenten Resonancia magnética cardiaca, o no se reporte función del ventrículo derecho.
3. Pacientes menores a 4 años por necesidad de anestesia para realización del estudio

Criterios de Eliminación:

1. Pacientes que perdieron seguimiento posterior a la corrección total de tetralogía de Fallot.
2. Pacientes que no se pueda realizar la RMN durante periodo de estudio.
3. Pacientes con antecedente de corrección total de Tetralogía de Fallot y recambio valvular pulmonar en otra Institución.

Procedimiento:

1. Se obtuvieron los registros de todos los pacientes operados de Tetralogía de Fallot, que desarrollaron insuficiencia pulmonar y que hayan hecho su seguimiento médico en consulta externa de cardiología pediátrica a partir del primero de Enero del 2014 hasta el 31 de Mayo del 2018, se obtuvo una muestra de 89 pacientes, según los registros obtenidos del Departamento de Bioestadística y Archivo Clínico del Hospital Infantil de México y que durante el seguimiento se les pudo realizar resonancia magnética.
2. Seis pacientes fueron excluidos por que la resonancia magnética cardiaca no reporto los parámetros a estudiar.
3. La muestra total que se estudió comprende los expedientes de 50 pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot en los que se pudieron obtener resultados concluyentes en resonancia magnética cardiaca, y contaban con electrocardiograma de 12 derivaciones.
4. Las variables descriptivas, tales como sexo, edad, peso, talla al momento de la cirugía y al seguimiento se obtuvieron de las historias clínicas realizadas al ingreso hospitalario y en los controles por consulta externa.
5. La edad al diagnóstico se obtuvo de acuerdo a la fecha en la que se realizó la primera valoración por el servicio de cardiología pediátrica de esta institución. Las variables descriptivas acerca del evento quirúrgico, tales como edad al momento del evento, tiempo quirúrgico, tiempo de pinzamiento aórtico, y falla al salir de bomba se obtuvieron de la nota postquirúrgica de acuerdo a la fecha en la que se realizó dicho evento.
6. Los síntomas al momento del seguimiento fueron evaluados y categorizados según la escala de Ross modificada para niños menores de 4 años y para mayores de 4 años se utilizó la escala de la New York Heart Association (NYHA), en 4 grados. (Anexo, tablas 1 y 2)
7. En esta etapa del estudio la insuficiencia pulmonar fue evaluado por ecocardiografía, según la guía para la evaluación no invasiva de insuficiencias valvulares de la Sociedad Americana de Ecocardiografía 2017. Todos los estudios fueron realizados por el mismo médico ecocardiografista peditra del laboratorio de ecocardiografía del Hospital Infantil de México, sin conocer el ancho del QRS, ni clase funcional del paciente.

8. La determinación de la medida del complejo QRS de los pacientes seleccionados fueron tomados del reporte automático por equipo Philips Page Writer Trim II, y revisado manualmente por 2 médicos del Hospital Infantil de México Federico Gómez.
9. Las resonancias magnéticas cardíacas se realizaron entre enero de 2015 y mayo de 2018, en laboratorio de resonancia magnética del Hospital infantil de México, se analizaron los volúmenes telesistólico y telediastólicos, así como la fracción de eyección de ambos ventrículos. Los resultados fueron interpretados por el mismo médico adscrito al departamento de resonancia magnética del Hospital, sin conocer el ancho del QRS ni el grado de insuficiencia pulmonar.

Consideraciones éticas

Se consideró un estudio de investigación sin riesgo de acuerdo al artículo 17 de la Ley General de Salud vigente, ya que la información fue tomada de los expedientes, no se administró ninguna intervención en los pacientes, la realización de electrocardiograma, ecocardiografía y resonancia magnética, forma parte de la evaluación de rutina en este grupo de pacientes.

Plan de análisis estadístico

- Para el análisis estadístico se utilizó Statistics/Data Analysis versión 13.1 ® y Excel 2010.
- Distribución de las variables, son normales en: Edad a la cirugía, edad actual, peso en Kilogramos (Kg), Talla en centímetros (cm), Volumen Telesistólico de Ventrículo Derecho (VTSVD) y Fracción de Eyección de Ventrículo Derecho (FEVD) por Resonancia magnética cardíaca (RMC). Por lo que se describieron en medias y desviación estándar.
- Las variables: medida del QRS por electrocardiograma fue evaluada según y Volumen Telediastólico del Ventrículo Derecho (VTDVD), medido por resonancia magnética cardíaca no son normales, incluso en la transformación logarítmica, se van a describir como mediana y rango intercuartílico.

- Se utilizó la Prueba de correlación Rho de Spearman del QRS con los valores de la Resonancia magnética cardiaca: Volumen telediastólico de ventrículo derecho, volumen telesistólico del ventrículo derecho, fracción de eyección del ventrículo derecho. (Anexo).

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Sexo, edad a la cirugía, edad al seguimiento, insuficiencia pulmonar, medida del complejo QRS, volumen telediastólico del ventrículo derecho por resonancia magnética cardiaca, volumen telesistólico del ventrículo derecho por resonancia magnética cardiaca, fracción de eyección del ventrículo derecho por resonancia magnética cardiaca.

Definición de las variables:

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de medición
Sexo.	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	1. Masculino 2. Femenino	Cualitativa	Nominal
Edad al momento de la cirugía	Valoración de la edad del paciente cuando se realizó la cirugía de corrección total de tetralogía de Fallot	Edad en años y meses calendario.	Cualitativa	Ordinal
Edad al momento del seguimiento	Valoración de la edad del paciente cuando se realizó su último control en consulta externa.	Edad en años y meses calendario.	Cualitativa	Ordinal
Peso al momento del último control en consulta externa	Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo.	Medido en kilogramos en el área de consulta externa de cardiología pediátrica	Cualitativa	Ordinal

Tetralogía de Fallot	Cardiopatía congénita cianógena caracterizada por 4 malformaciones	Descripción de la enfermedad documentada por hallazgos clínicos, radiográficos y ecocardiográficos.	Cualitativa	Nominal
Insuficiencia pulmonar Severa	Incompetencia de la válvula de la arteria pulmonar para evitar el reflujo de sangre hacia el ventrículo derecho	Guía para la evaluación no invasiva de insuficiencias valvulares de la Sociedad Americana de Ecocardiografía 2017 (39).	Cualitativa	Nominal
Clase funcional	Categorización por grados de los síntomas referidos por pacientes en relación a insuficiencia cardiaca.	Dado por la escalas de: New York Heart Association Ross modificada. (Anexo).	Cualitativa nominal	Nominal
Complejo QRS	Medida electrocardiográfica que representa la actividad de despolarización de los ventrículos.	Se mide en milisegundos Valor normal 60 – 120 milisegundos	Cuantitativa	Nominal
Tipo del procedimiento quirúrgico	Tratamiento quirúrgico que se realizó para el tratamiento de la cardiopatía congénita	Clasificación de acorde a la finalidad de la cirugía <ul style="list-style-type: none"> • Paliativo • Correctivo 	Cualitativa	Nominal

RESULTADOS

Se revisaron un total de 89 pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, que acuden a control médico de consulta externa de Cardiología en el periodo comprendido de mayo de 2014 a mayo de 2018, se excluyeron un total de 39 expedientes, por no contar con los datos completos requeridos para este estudio, o no poder realizar el estudio de RMN.

En un total de 50 pacientes, se encontró una distribución por sexo evidenciándose un ligero predominio por el sexo masculino. La media de edad al control ambulatorio por consulta externa y realización de la resonancia fue de 11.1 años. En cuanto a las cirugías de corrección total de Tetralogía de Fallot en nuestro grupo de pacientes se realizaron desde 2006 a 2017, a cargo del departamento de cirugía cardiovascular de nuestro hospital. La edad media al momento de la cirugía, fue de 3.5 años, la edad mínima fue de 7 meses, correspondiente a una paciente de sexo femenino y la edad máxima de 9.1 años en un paciente de sexo masculino, de reciente diagnóstico.

En relación al tipo de cirugía, se realizaron los procedimientos de acuerdo a los hallazgos anatómicos al momento de la cirugía, en 35 pacientes (70%) se le realizó corrección total de Tetralogía de Fallot con parche transanular, y en 15 (30%), se colocó parche infundibular; en todos los casos se realizó la técnica quirúrgica habitual con ampliación del tracto de salida del ventrículo derecho y cierre del defecto interventricular, dilatación del anillo pulmonar; en este grupo, no se reportaron complicaciones importantes durante el posquirúrgico inmediato, 15 pacientes, que corresponden al 30%, presentaron sepsis nosocomial posterior a la cirugía, el tiempo de internación promedio fue entre 26 días, sin más complicaciones. No se registraron defectos residuales en el tabique interventricular en los controles ambulatorios subsecuentes.

En cuanto a los síntomas referidos en nuestra población, se encasilló como clase funcional, evaluada por las escalas de la New York Heart Association (NYHA) y la escala modificada de Ross para niños menores de 4 años. De la población en el control por consulta externa no se registraron pacientes con grado III ni VI, la clase funcional fue entre I (60 %, n: 30) y II (40%, n: 20), de la escala de la NYHA.

La mediana de la medida del complejo QRS fue de 144 milisegundos, en un intervalo que fue desde 100 a 180 mseg.

Los parámetros de función ventricular derecha evaluados por resonancia magnética cardíaca se encontraron con la siguiente distribución como se muestra en la tabla I:

	Media	Intervalo
VTD VD	158 ml/m ²	82-305 ml/m ²
VTS VD	84 ml/m ²	37-153 ml/m ²
FEVD	48 %	30-49%

Tabla I VTD VD: Volumen telediastólico de ventrículo derecho, VTS VD volumen telesistólico VD, FEVD Fracción de eyección del ventrículo derecho

A continuación se presentan los volúmenes promedios obtenidos por resonancia magnética en ambos grupos de acuerdo al ancho del QRS, así como los gráficos de dispersión en la población general, y del grupo de QRS estrecho.

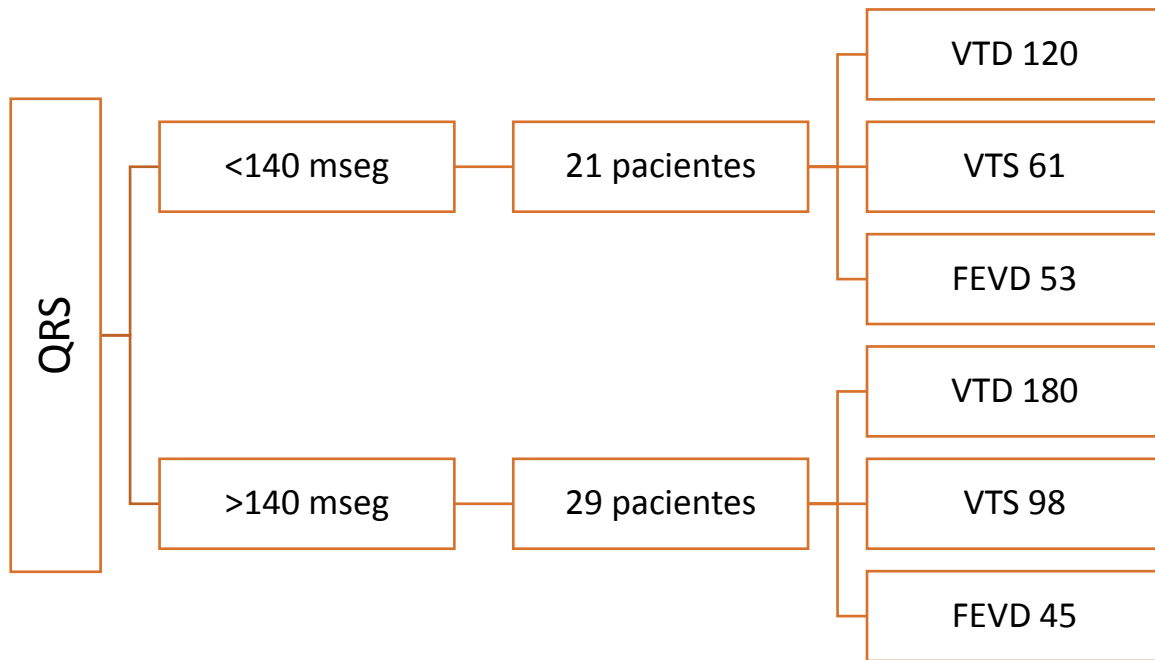
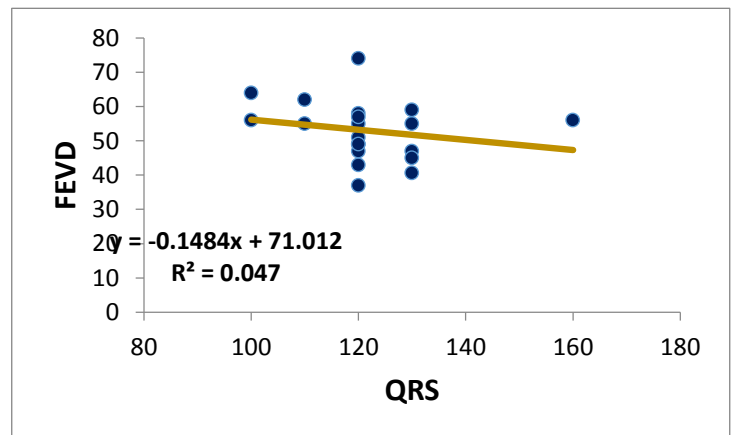
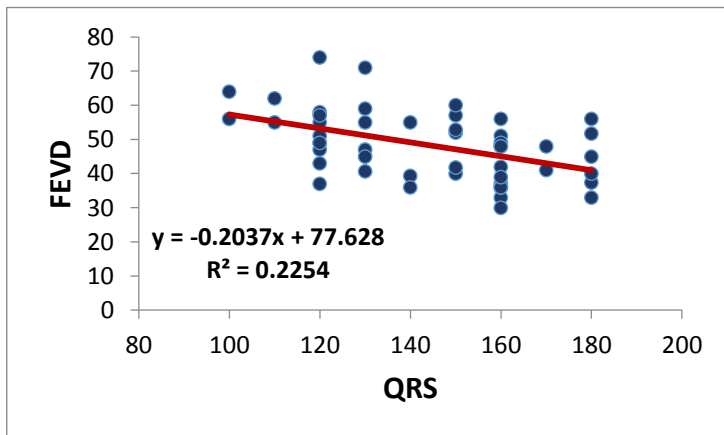
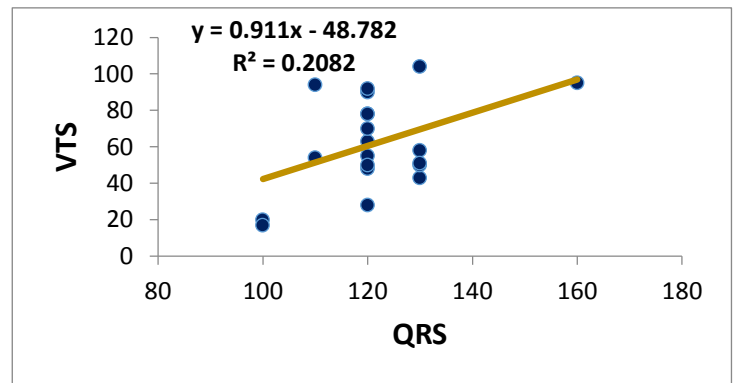
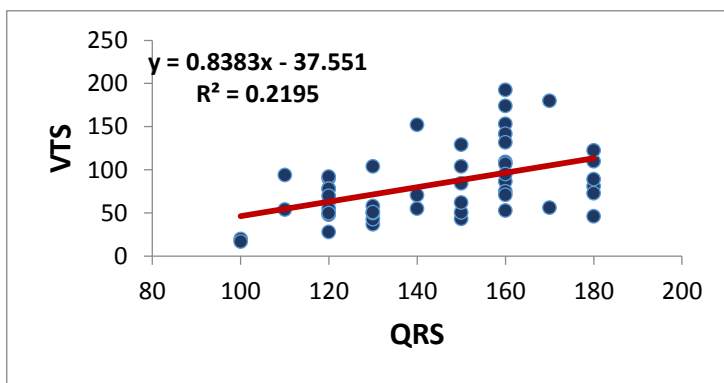
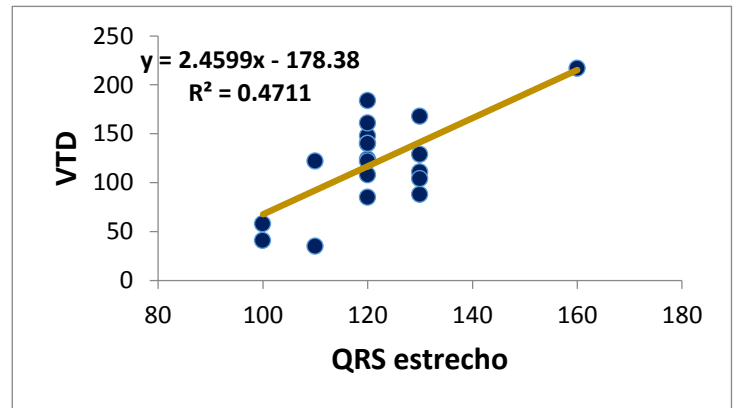
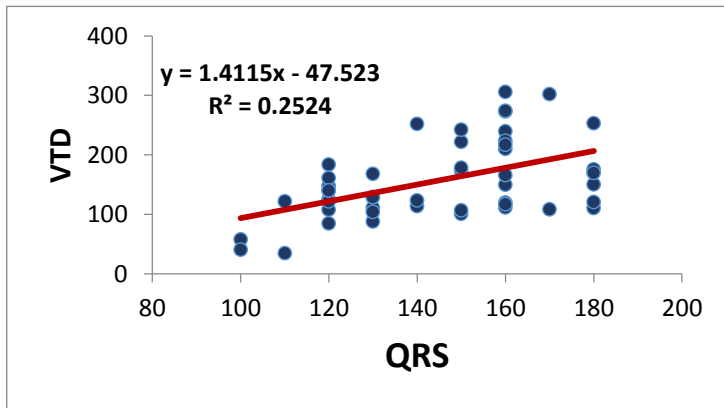


Gráfico I: Promedio de los valores de función ventricular derecha obtenidos por resonancia magnética en los grupos de QRS mayor versus menor a 140 milisegundos. VTD: Volumen telediastólico. VTS: Volumen telesistólico, FAVD: Fracción de acortamiento del ventrículo derecho.



Gráficos II de dispersión entre correlación del QRS promedio con VTD, VTS y DEVD medidos por Resonancia magnética cardiaca a la izquierda en toda la población estudiada y a la derecha con QRS estrecho

FEVD: Fracción de eyección del ventrículo derecho. VTD Volumen telediastólico del ventrículo derecho VTS Volumen telesistólico del ventrículo derecho

Durante el análisis, se valoraron los 3 parámetros tomados por resonancia para definir si el paciente se encontraba con criterios de disfunción ventricular, catalogándolos en 2 grupos con adecuada función o de disfunción ventricular y se correlaciono con el ancho del QRS, encontrando que por cada 10 mseg el OR de presentar disfunción ventricular es de 1.6 (p=0.003).

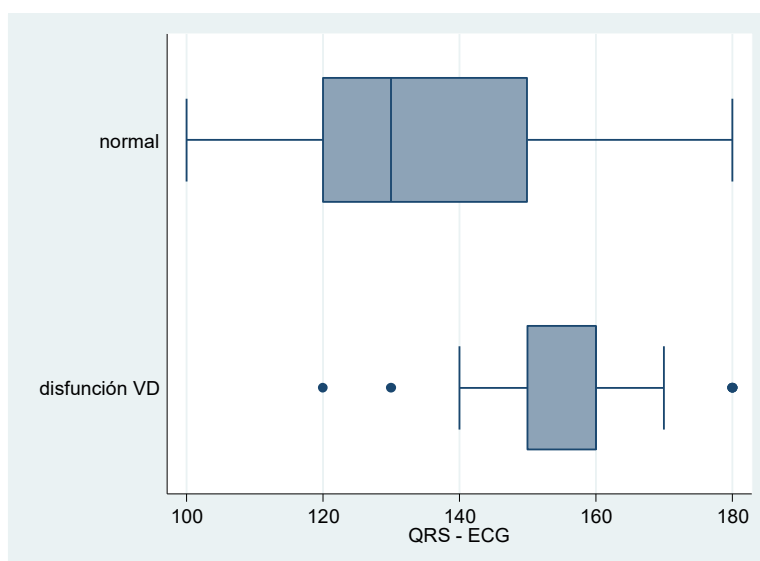
De igual forma se analizaron los grupos de QRS ancho y estrecho encontrando que los pacientes que tiene QRS mayor a 140mseg tiene riesgo relativo de 12.5 veces más de presentar disfunción ventricular comparado con el grupo de QRS menor a 140 mseg, (p=0.001) (tabla II y III).

Disfunción VD	Odds Ratio	Std. Err.	Z	P> z	95% Conf. Interval	
QRS 10 mseg	1.650739	.2749266	3.01	0.003	1.191	2.287
Cons	.0004474	.0011174	-3.09	0.002	3.353	.0597

Tabla II: Riesgo relativo de disfunción ventricular derecha por cada 10 mseg de incremento al QRS.

Disfunción VD	Odds Ratio	Std. Err.	Z	P> z	95% Conf. Interval	
QRS ancho	12.59259	9.36662	3.41	0.001	2.930	54.107
Cons	.15	.0928709	-3.06	0.002	.0445	.50478

Tabla III: Riesgo relativo de disfunción ventricular derecha en pacientes con QRS ancho (mayor 140mseg) contra QRS estrecho.



DISCUSIÓN

Los niños con Tetralogía de Fallot corresponden a un grupo importante de la consulta de cardiología pediátrica, y la corrección total quirúrgica de esta patología, representa el principal procedimiento que se realiza en pacientes con cardiopatía congénita cianógena en el Hospital Infantil de México Federico Gómez al igual que lo descrito en la literatura mundial.

Actualmente el seguimiento de los pacientes post operados de tetralogía de Fallot ha ido evolucionado, en los últimos años se ha entendido mejor la repercusión y las complicaciones de la insuficiencia valvular pulmonar secundaria a la cirugía correctiva, y la importancia de la colocación de válvula pulmonar protésica de manera oportuna, para así evitarlas. Dentro del seguimiento de estos pacientes se ha establecido la resonancia magnética como el estándar de oro, sin embargo es un recurso no disponible en todos los centros, caro y que en algunos casos requiere sedación para el paciente.

Por lo que se ha tratado de correlacionar algunos otros métodos con los parámetros obtenidos por resonancia para el seguimiento de estos pacientes. En nuestro estudio la población evaluada se encontró en cuanto a datos demográficos similares a lo establecido en literatura mundial.

Se contó con un número similar de sujetos estudiados en ambos grupos, sin embargo la edad promedio al momento del estudio de resonancia y observación es significativamente menor en el grupo de QRS estrecho (12.2 años versus 9.4 años), que pudiera justificar la diferencia entre la función ventricular derecha en ambos grupos; es decir entre más tiempo de padecer la insuficiencia libre es más probable presentar datos de disfunción ventricular, en promedio a los 8 años posterior a la cirugía. Sin embargo, el objetivo era identificar si el ancho del QRS es un buen predictor de disfunción ventricular y su correlación.

Como se presentó en el grupo con QRS ancho mayor a 140 milisegundos la correlación con disfunción ventricular en los tres parámetros estudiados, es pobre, ya que en muchos pacientes a pesar de presentar QRS ancho se encuentra con volúmenes aceptables, esto pudiera ser secundario al tipo de cirugía realizada, o el bloqueo en las vías de conducción preexistente.

Caso contrario al grupo de QRS estrecho donde solo 1 paciente de 21 presento criterios de disfunción ventricular derecha, es decir el QRS estrecho correlaciona directamente a volumen telediastólico menor a 150mlm²sc, y volumen telesistólico menor a 90 mlm²sc, con una P de Pearson de 0.7 e inversamente proporcional a la fracción de eyección de ventrículo derecho.

Por lo que el valor del QRS en pacientes post operados de tetralogía de Fallot en quienes permanece estrecho, menor a 140 milisegundos, es un parámetro confiable de seguimiento en estos pacientes, traduciendo parámetros ventriculares por debajo de los establecidos para recambio valvular (p=0.001), sin embargo, los pacientes que presenten QRS ancho este no puede ser un parámetro fiable para el seguimiento. El hecho de presentar un QRS mayor a 140 mseg representa un riesgo relativo de hasta 12 veces más de presentar disfunción ventricular derecha según lo encontrado en este estudio, medido por resonancia magnética. Por lo anterior el seguimiento de estos pacientes podría limitarse a realizar RMN en grupos de pacientes con QRS ancho.






CONCLUSIONES.

En este estudio se demuestra que el valor del QRS del electrocardiograma menor a 140 milisegundos, puede ser un criterio fiable en el seguimiento de los pacientes post operados de corrección total de tetralogía de Fallot en niños, ya que correlaciona con los valores de función ventricular derecha medidos por resonancia magnética, así el seguimiento en estos pacientes puede ser más estrecho con la realización periódica de electrocardiogramas y monitorizando con esté, la dilatación ventricular sin necesidad de realizar resonancia magnética frecuentemente, con todas las desventajas que implica este método, y únicamente indicarla cuando el QRS es ancho, ya que en este grupo no se encontró una proporción directa con los volúmenes ventriculares, pero la probabilidad de presentar disfunción en este estudio es de 12 veces mayor al sobrepasar este rango, significando un avance importante en el seguimiento de estos pacientes y en la nueva área de investigación sobre el manejo de los mismos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Debido a que la Resonancia Magnética amerita anestesia en algunos pacientes, solo se realizó como estudio inicial a pacientes mayores de 5 años que pudieran colaborar con el estudio, sin ameritar manejo anestésico. Todos los pacientes fueron operados por el mismo grupo quirúrgico, por lo que las variaciones quirúrgicas realizadas en otros centros y la edad en la que se realice la cirugía pudieran interferir en el comportamiento del QRS.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Revisión bibliográfica	Recolección de datos	Análisis de resultados	Revisión final	Entrega de Tesis
Agosto 2017- Mayo 2018					
Octubre 2017- Mayo 2018					
Abril 2018- Junio 2018					
Junio 2018					
Julio 2018					

BIBLIOGRAFIA

1. Paech C., Dihnet F., Riede R. QRS width as predictor of right ventricular remodeling after percutaneous pulmonary valve implantation. *Pediatric Cardiology*, 2017; 28: 1277-1281.
2. Geva T. Repaired tetralogy of Fallot: the roles of cardiovascular magnetic resonance in evaluating pathophysiology and for pulmonary valve replacement decision support. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2011, 13(9):1-24.
3. Asadolah Tanasan, Armon K, Correlation between QRS duration, Pulmonary insufficiency and Right Ventricle Performance in totally corrected Tetralogy of fallot, *Iran J Pediatric* .Oct 2013; Vol 23 (5): 539-596.
4. Grothoff M., Spors B., Abdul-K. H., Rahman M., Meskishvili V., A. Lange V., Felix R., Gutberlet M., Pulmonary regurgitation is a powerful factor influencing QRS duration in patients after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Clinical Research in Cardiology*, 2006, 95(12):643–649.
5. Luxenberg D. M., Torchen L. Tetralogy of Fallot IN: Ra-id A. editor. *Heart Diseases in Children A Pediatrician's Guide*. USA, Chicago. Ed Springer Science. 2011; 7: 166–176.
6. Buendía A, Camacho-Castro A, Curi-Curi P. Tetralogía de Fallot. En: Attie F, Calderon J, Zabal C, Buendía A, editores. *Cardiología Pediátrica 2ª ed*. Ed. Panamericana; 2013; 21; 211-221.
7. Alizadeh S.A., Vasheghani F.A., Khajal Z., Jamshidi M., Hesami M., Fallahabadi H., Alimohammadi M., Seifi A. Correlation of fragmented QRS with right ventricular indexes and fibrosis in patients with repaired tetralogy of fallot, by cardiac magnetic resonance imaging *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2015, 17(Suppl 1):P215.
8. Lindsey CW, Parks WJ, Kogon BE, et al. Pulmonary valve replacement after tetralogy of Fallot repair in preadolescent patients. *Ann Thorac Surg* 2010; 89:147.
9. Harrid D, Brerul Ch, Cecchin F, Geva T, Gauvreau K, Pigula F, Walsh E. Pulmonary valve replacement in tetralogy of fallot. Impact on survival and ventricular tachycardia. *Circulation*. 2009;119:445-451.
10. Geva T. Indications for Pulmonary Valve Replacement in Repaired Tetralogy of Fallot: The Quest Continues. 2013. 10.1161/CirculationAHA.113.005878.

11. Buechel ER, Dave HH, Kellenberger CJ, Dodge-Khatami A, Pretre R, Berger F, Bauersfeld U. Remodelling of the right ventricle after early pulmonary valve replacement in children with repaired tetralogy of fallot: Assessment by cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J.* 2005;26:2721-2727.
12. Naser MA, Joseph AD. Pulmonary Regurgitation after Tetralogy of Fallot Repair: Clinical Features, Sequelaean Timing of Pulmonary Valve Replacement. *Congenit Heart Dis.* 2007; 2: 386-403.
13. Discigil B, Dearani JA, Puga FJ, Schaff HV, Hagler DJ, Waner CA, Danielson GK. Late pulmonary valve replacement after repair of tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:344-351.
14. Gensakul A, Harris J, Bradley TJ, Webb GD, Williams WG, Siu SC, MerchantN, McCrindle BW. The impact of pulmonary valve replacement after tetralogy of Fallot repair: a matched comparison. *Eur J. Cardiothorac Sur.* 2007; 32: 462-468.
15. Anderson RH, Jacobs ML. The anatomy of tetralogy of Fallot with pulmonary stenosis. *Cardiol Young.* 2008; 18: 12-21.
16. Van Praag R. The First Stella Van Praagh memorial lecture: the history and anatomy of tetralogy of Fallot. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2009; 12: 19-38.
17. Apitz C, Weeb GD, Redington AN. Tetralogía de Fallot. *Lancet.*2009; 374: 1462-1471.
18. Weber SA, Hatchell EI, Barber JCK et al. Importance of microdeletions of chromosomal región 22q11 as a cause of selected malformations of the ventricular outflow tracts and aortic arch: a three-year prospective study. *Pediatrics.* 1996; 129: 26-32.
19. Taussig HB. Neuhauser lecture-tetralogía de Fallot: early history a late results. *Am J Roentgenol.* 2009; 133: 423-431.
20. Luxenberg D. M., Torchen L. Tetralogy of Fallot IN: Ra-id A. editor. *Heart Diseases in Children A Pediatrician's Guide.* USA, Chicago. Ed Springer Science. 2011; 7: 166–176.
21. Asano M, Nomura N, Sasaki S, Mishima A. Surgical repair of tetralogy of Fallot with large conus artery. *Pediatr Cardiol,* 2003;24: 601–603.
22. Hickey E, Veldtman G, Bradley TJ et al. Late risk of outcomes for adults with repaired tetralogy of Fallot from an inception cohort spanning four decades. *Eur J Cardiothorac Surg.*2009; 35: 156-166.

23. Van Arsdell GS, Maharaj GS, Tom J et al. What is the optimal age for repair of tetralogy of Fallot? *Circulation*. 2000; 102(19Suppl 3): III123-129.
24. Vohra HA, Adamson L, Haw MP. Is early primary repair for correction of tetralogy of Fallot comparable to surgery after 6 months of age? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008; 7: 698-701.
25. Van Arsdell GS, Maharaj GS, Tom J et al. What is the optimal age for repair of tetralogy of Fallot? *Circulation*. 2000; 102(19Suppl 3): III123-129.
26. Alexious C, Mahmoud H, Al-Kahaddour A et al. Outcome after repair of tetralogy of Fallot in the first year of life. *Ann Thorac Surg*. 2001; 71: 494-500.
27. D'Udekem Y, Ovaert C, Grandjean F et al. Tetralogy of Fallot: transannular and right ventricular patching equally affect late functional status. *Circulation*. 2000; 102: III116-122.
28. Therrien J, Siu SC, McLaughlin PR et al. Pulmonary valve replacement in adults late after repair of tetralogy of Fallot: are we operating too late? *J Am Coll Cardiol*. 2000; 36: 1670-1675.
29. Venugopal P. Histopathology of the right ventricle outflow tract and its relationship to clinical outcomes and arrhythmias in patients with tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006; 132: 270-277.

ANEXOS

Tabla IV. Clasificación de Ross modificada.

1-3 años	0	1	2
Alimentación	Normal	Disminuida	Muy disminuida
Crecimiento	Normal	Pérdida de peso	Caquexia
Tipo de Respiración	Normal	Taquipnea	Retracciones costales
Frecuencia respiratoria/min	<30	30-40	>40
Frecuencia cardiaca/min	<110	110-120	>120
Perfusión	Normal	Disminuida	Choque
Hepatomegalia (cm)	<2	2-3	>3
BNP (pg/ml)	<450	450-1700	>1700
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (%)	>50	30-50	<30
Insuficiencia de válvulas auriculo ventriculares	Ninguna	leve	Moderada/severa

Puntuación para Insuficiencia cardiaca (IC): I: 0-2 No IC, II: 3-6 leve IC, III: 7-9 moderada IC, IV: 10-12 severa IC.

Pediatr Cardiol (2012) 33:1295–1300.

Tabla V. Clase funcional de la New York Heart Association (NYHA).

Clase	Condición
I	Sin limitación. Las actividades físicas habituales no causan disnea, cansancio o palpitaciones.
II	Ligera limitación de la actividad física. El paciente esta bien en reposo, la actividad física habitual le causa disnea, cansancio, palpitaciones o angina.
III	Limitación marcada de la actividad física. El enfermo está bien en reposo pero actividades menores le causan síntomas.
IV	Incapacidad de cualquier actividad física sin síntomas. Los síntomas están presentes incluso en reposo. Con cualquier actividad se incrementan.

The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels. 9.ed. Little Brow & Co; 1994. p. 253-6.

Tabla VI. Parámetros evaluados por sujeto investigado

Paciente	EDAD A CX	EDAD ACTUAL	QRS - ECG	SINTOMAS	VTDVD ML/M2 SC POR RMC	VTSVD ML/M2 POR RMC	FEVD POR RMC
1	2.80	10.80	180	1	175.8	110	37.4
2	5.30	8.10	160	1	112	53	51
3	4.10	14.60	160	1	210	109.2	48
4	4.50	14.10	150	2	173.5	103.9	40
5	3.60	12.10	170	2	302	180	41
6	1.90	15.10	180	2	110.6	46.3	56
7	2.50	13.10	180	1	150.4	81	45
8	1.30	13.70	160	1	305.9	153.3	49
9	5.90	16.50	180	2	170	89	33
10	4.50	12.90	140	1	252	152	39.3
11	6.20	10.40	180	2	253.4	122.46	51.7
12	9.10	17.40	150	1	101.2	43.1	57
13	6.60	14.60	160	1	240	141.8	42
14	1.90	10.70	140	1	114	70.5	36
15	1.40	8.10	150	1	221.9	129.3	41.8
16	0.70	8.10	140	1	123.6	54.9	55
17	7.60	16.30	160	1	150	107	33
18	2.90	12.10	130	1	129.1	37	71
19	4.70	10.90	160	1	166	86.4	48
20	1.20	6.60	150	1	106.7	50.7	52
21	2.40	12.10	160	2	120	75	37
22	5.10	14.10	160	2	273.2	174.02	36
23	5.90	17.10	180	2	121	73	40
24	2.40	14.30	170	1	108.3	56	48
25	3.10	8.30	160	2	223.7	131.8	36
26	2.10	5.20	160	2	274.3	192.5	30
27	3.90	12.10	150	2	242.6	62.2	60
28	3.90	17.30	150	1	178.5	84.2	52.8
29	1.5	7	160	1	117	71	39
30	3	9	120	1	125	63	49
31	3	6	120	1	108	28	74
32	2	12	120	2	124	55	55
33	3	6	110	1	122	54	55
34	1	10	130	1	168	104	40.6
35	2	13	130	2	111	58	47

36	3	10	120	1	184	90	51
37	5	12	120	2	148	92	37
38	7	10	120	1	85	48	43
39	4	6	100	2	88	56	64
40	4	7	110	1	94	59	62
41	6	12	120	1	122	50	58
42	0.8	7	130	1	88	43	45
43	3	5	100	1	82	42	56
44	0.9	12	160	2	217	95	56
45	2	13	120	2	140	78	57
46	2	8	130	1	104	50	55
47	4	16	120	2	161	78	47
48	3	5	130	1	129	51	59
49	3	9	120	2	140	70	49
50	10	13	140	1	147	47	48

La edad es expresada de la siguientes forma años.meses, los síntomas corresponde a la clase funcional del 1 al 4, y los volúmenes están indexados por m²SC

Tabla VII. Prueba de Correlación de Spearman entre QRS y valores de función ventricular derecha por resonancia magnética.

		Rho de Spearman		
		VTDVD	VTSVD	FEVD
QRS	<140 mseg	0.7	0.5	-0.2
	>140 mseg	0.06	0.1	-0.3
	Total	0.5	0.5	-0.4