



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

CORRELACIÓN DE LA MEDIDA DEL QRS MAYOR A 140
MILISEGUNDOS CON LOS HALLAZGOS DE FUNCIÓN DEL
VENTRÍCULO DERECHO OBTENIDOS POR RESONANCIA
MAGNÉTICA EN PACIENTES OPERADOS DE TETRALOGÍA DE
FALLOT CON INSUFICIENCIA VALVULAR PULMONAR SEVERA

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

DR. RICARDO FERNANDO ALBARRACÍN CEVALLOS

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. BEGOÑA MAGDALENA SEGURA STANFORD.



Ciudad de México, Febrero de 2018



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).

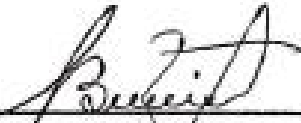
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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



Dr. Alfonso Reyes López
Tutor metodológico
Departamento de investigación
Hospital Infantil de México Federico Gómez

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------|----|
| • Índice | 3 |
| • Resumen | 4 |
| • Introducción | 5 |
| • Antecedentes | 6 |
| • Marco Teórico | 8 |
| • Planteamiento del problema | 14 |
| • Pregunta de investigación | 14 |
| • Justificación | 15 |
| • Objetivos | 15 |
| ○ General | 15 |
| ○ Específicos | 15 |
| • Metodología | 16 |
| ○ Lugar de estudio | 16 |
| ○ Diseño de estudio | 16 |
| ○ Población de estudio | 16 |
| ○ Criterios de inclusión | 16 |
| ○ Criterios de exclusión | 16 |
| ○ Criterios de eliminación | 16 |
| ○ Procedimiento | 17 |
| • Consideraciones éticas | 18 |
| • Plan de análisis estadístico | 19 |
| • Descripción de variables | 19 |
| • Resultados | 20 |
| • Discusión | 22 |
| • Conclusiones | 24 |
| • Limitaciones del estudio | 26 |
| • Cronograma de actividades | 27 |
| • Referencias Bibliográficas | 27 |
| • Anexos | 28 |
| | 32 |

Resumen

Título: Correlación de la medida del QRS mayor a 140 milisegundos con los hallazgos de función del ventrículo derecho obtenidos por resonancia magnética en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia valvular pulmonar severa.

Introducción: Teóricamente la evolución posterior a la corrección total de Tetralogía de Fallot suele ser buena, sin embargo, la mayoría de pacientes desarrollan insuficiencia valvular pulmonar significativa. El seguimiento, mediante parámetros de resonancia magnética ha logrado establecer como límites 150 ml/m² por superficie corporal de volumen telediastólico, 80 ml/m² por superficie corporal de volumen telesistólico 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.

Objetivos: Correlacionar la medida del QRS mayor a 140 milisegundos con los hallazgos de la función del ventrículo derecho obtenidos por resonancia magnética y analizar dichos parámetros en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia valvular pulmonar severa.

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 con insuficiencia pulmonar significativa, con medida del QRS mayor o igual 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 un total de 28 pacientes, con edad media al momento de la cirugía fue de 3.8 años, la clase funcional fue entre I (60.7%, n: 17) y II (35.8%, n: 10), en el paciente con edad menor a 4 años, la clase funcional fue II (3.5%, n: 1). El Volumen telediastólico del ventrículo derecho tuvo una mediana de 171 ml/m², la media del volumen telesistólico del ventrículo derecho fue de 98.9 ml/m², la Fracción de eyección del ventrículo derecho registró una media de 45.2%. No se encontró correlación estadísticamente significativa entre la medida del QRS en relación a los valores de función ventricular derecha evaluados por resonancia magnética.

Conclusiones: La resonancia magnética es el método de elección para evaluar la función del ventrículo derecho en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot, es importante además el control electrocardiográfico periódico de estos pacientes. Consideramos que la decisión de realizar reemplazo valvular pulmonar en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot deberá ser en base a varios factores incluyendo la clase funcional, la función ventricular derecha, entre otros, individualizando cada caso, por lo tanto creemos que se necesitan más estudios que incluyan un mayor número de pacientes.

Introducción

La Tetralogía de Fallot es una cardiopatía congénita compleja y habitualmente cianógena, caracterizada por cuatro elementos fundamentalmente, hipoplasia infundibular, comunicación interventricular, cabalgamiento de la aorta e hipertrofia ventricular derecha (1),(2). Las manifestaciones clínicas dependen fundamentalmente del grado de obstrucción infundibular, la cianosis se hace más evidente e incluso podría desencadenarse una crisis de hipoxia, las cuales son a menudo, es causa de intervención quirúrgica paliativa o correctiva (3). El ecocardiograma es el método de imágenes, no invasivo de primera línea para el diagnóstico de esta patología. De manera inicial, si no se puede realizar una corrección total, se debe asegurar el flujo pulmonar a través de una fístula sistémico pulmonar, angioplastia con colocación de un stent en el conducto arterioso o en el infundíbulo y tiempo después, si las características anatómicas y clínicas del paciente lo permiten se realizará la corrección quirúrgica total (4). La evolución posterior a la corrección total suele ser buena, sin embargo, la mayoría de pacientes desarrollan insuficiencia valvular pulmonar tras la ampliación del anillo valvular pulmonar. Hasta hace unos años se creía que el ventrículo derecho toleraba cualquier sobrecarga de volumen, no obstante, algunos pacientes, presentaron muerte súbita durante el seguimiento generando un nuevo campo de investigación respecto a dicha situación (5). Con la evaluación de la función ventricular derecha por ecocardiografía y resonancia magnética se llegó a la conclusión que el ventrículo derecho no es capaz de tolerar el exceso de volumen y se demostró que con el tiempo, la insuficiencia pulmonar, repercute hemodinámicamente sobre el ventrículo derecho 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 (6). El seguimiento, mediante resultados de resonancia magnética ha logrado establecer como límites 150 ml/m² por superficie corporal de volumen telediastólico, 80 ml/m² por superficie corporal, de volumen telesistólico 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 (7).

Antecedentes

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).

A pesar que la sobrecarga de volumen del ventrículo derecho debido a la insuficiencia pulmonar severa puede ser bien tolerada 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. 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 (9).

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 (10). 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.

En varias publicaciones Tal Geva, propuso límites para obtener regresión del deterioro ventricular derecho, en cuanto a 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% . Concluyendo que después de cierto grado de dilatación ventricular derecha, la recuperación de la función es poco probable (11).

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 (12).

La insuficiencia valvular pulmonar crónica es la secuela más frecuente que requiere reoperación en los pacientes con tetralogía de Fallot. Esta, comúnmente asociada a una extensa ventriculotomía y/o infundibulectomía, así como parches transanulares generosos en el tracto de salida del ventrículo derecho (13).

Discigil, Puga, y colaboradores estudiaron a 42 pacientes sometidos a reemplazo valvular pulmonar, con una media de 10 años posterior a la cirugía de corrección total de tetralogía de Fallot, en los que se observó mejoría significativa en la función del ventrículo derecho, control de arritmias, y reducción en los volúmenes telesistólico, telediastólico, así como en la fracción de eyección del ventrículo derecho concluyéndose que el reemplazo valvular pulmonar puede realizarse con baja una mortalidad mediante cirugía (14).

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 (15).

Lindsey y colaboradores, realizaron reemplazo valvular pulmonar a 42 pacientes de menos de 13 años, sometidos a corrección total de tetralogía de Fallot, disminución en el diámetro ventricular derecho por ecocardiografía (9). 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%.

Marco Teórico

Tetralogía de Fallot

A. Historia

La tetralogía de Fallot fue descrita en 1888 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 (18).

B. 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 (19). 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 (20). 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.

C. Manifestaciones clínicas

La presentación clínica, 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. 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 (21).

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 (22).

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 (23). El tratamiento de esta complicación debe iniciarse intentando reducir cualquier causa de ansiedad para el niño se lo debe colocar en posición genupectoral 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 (24). En caso de obtener mejoría, se requiere colocación de una vía intravenosa y administración de soluciones isotónicas, bicarbonato y un fármaco

bloqueador de los receptores betaadrenérgicos para reducir la contractilidad del músculo. 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.

D. Métodos diagnósticos

La teleradiografía de tórax puede ser normal, sin cardiomegalia importante, en los casos con poca obstrucción pulmonar, las pistas 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, por 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.

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.

El ecocardiograma es el método de elección para el diagnóstico y debe realizarse de forma inmediata, se recomienda seguir el abordaje con el análisis secuencial y segmentario en todos los casos. Se debe establecer inicialmente el situs y las conexiones concordantes, desde el eje subcostal panorámico del ventrículo derecho se puede observar la obstrucción del tracto de salida por la 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 (25).

La resonancia magnética y el cateterismo cardiaco actualmente se usan poco en los casos típicos; cuando se sospechan daño de colaterales, estenosis de ramas de la arteria pulmonar, anormalidades de las arterias coronarias o existe alguna duda razonable, dependiendo de cada centro.

E. Manejo

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 (26). 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 (27).

Desde la primera intervención correctiva con circulación extracorpórea con un donador realizada 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% (28).

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 (30). 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 (31).

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 supervivencia 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 (33).

F. Complicaciones

Las principales causas de la reoperar a un paciente al cual se le 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 residuales. Es interesante, en general, que el riesgo de reintervención 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 (33).

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 (33). 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 (34). 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 no significativas.

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 (36). 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 cardíaca 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.

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 (11). El riesgo operatorio del reemplazo pulmonar es bajo, menos del 1%, y la sobrevivencia a 10 años es de 96% (±2%) y a 20 años es de 94% (±3%). Desafortunadamente, muchos requerirán una reintervención si especialmente, como es lo habitual, se usa prótesis biológica.

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 periprocedimiento y la mortalidad tardía ha sido muy baja. Los porcentajes libres de reintervención fueron 93%, 86%, 84%, y 70% a 10, 30, 50 y 70 meses respectivamente (36). 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.

Otras causas de reintervención 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 (32).

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 (37). 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 \geq 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 (38).

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, está comúnmente asociada 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 ha logrado establecer que los valores de volúmenes telediastólico de 150 ml/m² de superficie corporal, volumen telesistólico de 80 ml/m² del sistólico y fracción de eyección del ventrículo derecho < 47%, entre otros, son parámetros a considerar para el reemplazo valvular pulmonar. En nuestro hospital no existen estudios sobre la evolución de pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar, ni se han establecido criterios para realizar reemplazo valvular pulmonar.

Preguntas de investigación

1. ¿Existe correlación entre la medida del QRS \geq a 140 milisegundos con los parámetros de función ventricular derecha evaluados por resonancia magnética cardiaca en pacientes con insuficiencia pulmonar severa operados de corrección total de Tetralogía de Fallot?
2. ¿Cuál es la función del ventrículo derecho en pacientes con insuficiencia pulmonar significativa, con QRS de \geq 140 milisegundos en ECG, operados de corrección total de Tetralogía de Fallot?

Justificación

La Tetralogía de Fallot es la cardiopatía cianógena de flujo pulmonar disminuido más frecuente en México. La reparación quirúrgica de esta patología a menudo da como resultado el desarrollo de insuficiencia valvular pulmonar, que suele ser hemodinámicamente significativa. Esto se ha asociado con dilatación ventricular derecha, y posteriormente disfunción biventricular y la aparición de arritmias malignas. 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.

Se han reconocido los beneficios de un reemplazo valvular pulmonar debidamente programado en la remodelación del ventrículo derecho y la recuperación de la función; Sin embargo, la decisión de intervenir dependerá de muchos factores incluidos, sintomatología importante, volúmenes telesistólicos y telediastólicos, fracción de eyección del ventrículo derecho, obstrucción residual del tracto de salida del ventrículo derecho, insuficiencia tricuspídea y la función sistólica del ventrículo izquierdo.

Objetivos

General.

Correlacionar la medida del QRS \geq a 140 milisegundos comparada con los hallazgos de la función del ventrículo derecho obtenidos por resonancia magnética en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia valvular pulmonar severa.

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.

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 ambispectivo, transversal, observacional y analítico.

Población de estudio

Expedientes de todos los pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar severa, con medida del QRS \geq a 140 milisegundos, que han hecho su seguimiento en la consulta externa entre Marzo de 2014 y Mayo de 2017.

Criterios de Inclusión:

1. Operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar severa.
2. Pacientes en seguimiento en consulta externa de cardiología 2014 - 2017.
3. Electrocardiograma con QRS \geq 140 milisegundos.
4. Pacientes que se realizaron Resonancia magnética cardiaca.

Criterios de Exclusión:

1. Expediente clínico incompleto.
2. Pacientes con doble vía de salida tipo Fallot, atresia pulmonar con comunicación interventricular.
3. Pacientes que no se realizaron Resonancia magnética cardiaca.

Criterios de Eliminación:

1. Pacientes sin datos completos en el expediente.
2. Pacientes que perdieron seguimiento posterior a la corrección total de tetralogía de Fallot.
3. Pacientes con insuficiencia pulmonar no severa.
4. 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, que hayan hecho su control médico en consulta externa de cardiología pediátrica a partir del primero del 1 de Mayo del 2014 hasta el 31 de Mayo del 2017, se obtuvo una muestra de 52 pacientes, según los registros obtenidos del Departamento de Bioestadística y Archivo Clínico del Hospital Infantil de México.
2. Se revisaron los registros de ecocardiograma para catalogar el grado de insuficiencia pulmonar, según los criterios establecidos, se excluyeron 10 pacientes por tener insuficiencia pulmonar no severa.
3. No se incluyeron 9 pacientes que en su último control de electrocardiograma los valores de medida del complejo QRS fueron menores a 140 milisegundos.
4. Cuatro pacientes fueron excluidos por que la resonancia magnética cardiaca no arrojó resultados concluyentes.
5. La muestra total que se estudió comprende los expedientes de 28 pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot con insuficiencia pulmonar grave, en los que la medida de su complejo QRS por electrocardiografía es mayor o igual a 140 milisegundos, en los que se obtuvo resultados concluyentes en la resonancia magnética cardiaca.

6. 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.
7. 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, tiempo de circulación extracorpórea y falla al salir de bomba se obtuvieron de la nota postquirúrgica de acuerdo a la fecha en la que se realizó dicho evento.
8. 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)
9. La insuficiencia pulmonar severa fue evaluado por ecocardiografía, según la guía para la evaluación no invasiva de insuficiencias valvulares de la Sociedad Americana de Ecocardiografía 2017 ⁽³⁹⁾. Todos los estudios fueron realizados con el equipo Philips IE33xMATRIX Echocardiography en el laboratorio de ecocardiografía del Hospital Infantil de México.
10. La determinación de la medida del complejo QRS se realizó evaluando los electrocardiogramas de los pacientes seleccionados, realizados con el equipo Philips Page Writer Trim II, en el servicio de electrocardiografía, del Hospital Infantil de México Federico Gómez.
11. Las resonancias magnéticas cardiacas se realizaron entre Enero de 2015 y Mayo de 2017, 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 analizados por la Dra. Judith Almanza, médico adscrito al departamento de Imagenología del Hospital.

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 ningún tratamiento con 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 el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 20, Stata 13 y Excel 2010.
- Se utilizó prueba de Shapiro Wilk por tener una n menor a 50 pacientes para valorar la distribución de las variables.
- 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 cardiaca (RMC). Por lo que se describieron en medias y desviación estándar.
- Las variables: medida del QRS por electrocardiograma y Volumen Telediastólico del Ventrículo Derecho (VTDVD), medido por resonancia magnética cardiaca 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

Variable independiente: 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.

Variable dependiente: operados de corrección total de Tetralogía de Fallot.

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 |
| Comunicación interventricular | Defecto del septum interventricular, caracterizado por, | Defecto del septum interventricular, caracterizado por, un orificio en la parte del | Cualitativa | Nominal |

| | | | | |
|-----------------------------------|--|--|---------------------|---------|
| | un orificio en la parte del Tabique que separa ambos ventrículos cardiacos. | Tabique que separa ambos ventrículos cardiacos. | | |
| Cabalgamiento de la aorta | Relación entre la válvula aórtica y el septum interventricular | Se mide en porcentaje de acuerdo a la relación entre la válvula aórtica y el septum interventricular | Cualitativa | Ordinal |
| Ecocardiograma | Método de imágenes por ultrasonido que registra la posición, forma, características morfológicas y función del corazón | Método de imágenes por ultrasonido que registra la posición, forma, características morfológicas y función del corazón | 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 52 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 2017, se excluyeron un total de 24 expedientes, por no contar con los datos completos requeridos para este estudio.

En un total de 28 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 fue de 12.3 años, todos con un peso y talla dentro de las percentilas correspondientes para cada grupo etario.

En cuanto a las cirugías de corrección total de Tetralogía de Fallot en nuestro grupo de pacientes se realizaron desde 2006 a 2013, a cargo del departamento de cirugía cardiovascular de nuestro hospital. La edad media al momento de la cirugía, fue de 3.8 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 21 pacientes que corresponden al 75%, se le realizó corrección con total de Tetralogía de Fallot con parche transanular, y en 7 pacientes que corresponden al 25%, 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, 6 pacientes, que corresponden al 21.4%, presentaron sepsis nosocomial posterior a la cirugía, el tiempo de internación fue entre 7-14 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, categorizan la severidad de los síntomas. De la población en el control por consulta externa no se registraron pacientes con grado III ni VI, la clase funcional fue entre I (60.7%, n: 17) y II (35.8%, n: 10), de la escala de la NYHA, en El paciente con edad menor a 4 años que se utilizó la escala de Ross modificada, la clase funcional fue II (3.5%, n: 1).

La mediana de la medida del complejo QRS fue de 160 milisegundos, con el cuartil 1 de 150 milisegundos y el cuartil 3 de 170 segundos.

Los parámetros de función ventricular derecha evaluados por resonancia magnética cardiaca se mostraron de la siguiente manera: El Volumen telediastólico del ventrículo derecho tuvo una mediana de 171 ml/m² de superficie corporal, con un cuartil 1 de 120 ml/m² de superficie corporal, y el cuartil 3 de 241 ml/m² de superficie corporal. El Volumen telesistólico del ventrículo derecho, obtuvo como media un valor de 98.9 ml/m² de superficie corporal, el valor mínimo fue de 37 ml/m² de superficie corporal, el valor máximo fue de 192 ml/m² de superficie corporal. La Fracción de eyección del ventrículo derecho: se registró una media de 45.2%, con valor mínimo de 30% y máximo de 71%.

La correlación entre la medida del complejo QRS en milisegundos con los valores del volumen telediastólico por metro cuadrado de superficie corporal del ventrículo derecho medido por resonancia magnética con Rho de Spearman fue de 0.182.

La correlación entre la medida del complejo QRS en milisegundos con los valores del volumen telesistólico en mililitros por metro cuadrado de superficie corporal del ventrículo derecho medido por resonancia magnética con Rho de Spearman fue de 0.69.

La correlación entre la medida del complejo QRS en milisegundos con los valores del fracción de eyección en porcentaje del ventrículo derecho medido por resonancia magnética con Rho de Spearman fue de -0.218.

Discusión

Los niños con Tetralogía de Fallot corresponden a un grupo importante de 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 centro de referencia de tercer nivel de atención médica a nivel nacional.

Los pacientes pos operados de Tetralogía de Fallot que desarrollan insuficiencia valvular pulmonar representan un desafío para la mayoría de grupos encargados de su manejo y seguimiento a nivel mundial.

En relación a la edad a la corrección total de la Tetralogía de Fallot, nosotros encontramos que la media de edad en años en nuestro grupo de pacientes fue de 3.8 años, a diferencia de lo reportado a nivel mundial, como lo cita Al Habib y colaboradores (40), en un estudio multicéntrico de varios centros de atención especialidad en Estados Unidos y Canadá, de más de 2000 pacientes, en los cuales la media de edad a la corrección total de tetralogía de Fallot, no sobrepasó el 1 año de edad; esto puede deberse a que en algunos casos en nuestro país, el diagnóstico inicial de esta enfermedad se da en forma tardía por falta de una referencia oportuna de otros hospitales de primer y segundo nivel de atención.

La serie reportada abarca una población específica de pacientes que han desarrollado insuficiencia pulmonar significativa, en cuanto a los síntomas presentados, evaluados por clase funcional se pudo observar que ningún paciente presentó clase funcional III o IV, los pacientes con clase funcional II, en su mayoría presentaron datos de disfunción ventricular derecha medidos por resonancia magnética, en relación a esto cabe mencionar la experiencia de Discigil y colaboradores, que mostraron que alrededor del 97% de los pacientes a los que se les realizó reemplazo valvular pulmonar, que previo a la cirugía tuvieron clase funcional entre III y IV, mejoraron la función ventricular derecha y por consiguiente la clase funcional (14).

En base a nuestro estudio podemos decir que no existe una correlación directa, estadísticamente significativa entre la medida del QRS en el electrocardiograma de superficie con la función del ventrículo derecho evaluados por resonancia magnética cardíaca, sin embargo, como se comentó con anterioridad, lo citado por Naser y colaboradores, el aumento de la medida del QRS y el grado de insuficiencia pulmonar está comúnmente asociado a una extensa ventriculotomía derecha, infundibulotomía ampliada y la colocación de parche transanular en el tracto de salida del ventrículo derecho, en

relación a esto debemos mencionar que de los 8 pacientes de nuestro estudio con medida de QRS entre 170 y 180 milisegundos, a 7 se les colocó parche transanular y a 1 parche infundibular con resección de masas infundibulares, coincidiendo por lo citado en el estudio de Naser (13).

La función del ventrículo derecho evaluada por resonancia magnética cardíaca midiendo los volúmenes telesistólico, telediastólico y la fracción de eyección mostró resultados interesantes, en los 3 parámetros se evidenció que sus medias y medianas se encontraron con valores superiores a los descritos como criterios para considerar reemplazo valvular pulmonar en pacientes con insuficiencia pulmonar significativa, tal como lo describe Tal Geva en varias publicaciones, la sensibilidad y especificidad de este método diagnóstico para la evaluación de la función ventricular derecha es alta, considerándose el estándar de oro (11).

En los 5 pacientes de nuestra serie a los que posteriormente se le realizó reemplazo valvular pulmonar, se encuentran en seguimiento ambulatorio, y en 2 de ellos, se le realizó resonancia magnética cardíaca de control a los 6 meses posterior a la cirugía, encontrándose disminución de los volúmenes telediastólico y telesistólico y mejoría en el porcentaje de fracción de eyección del ventrículo derecho, además se evidenció disminución de la medida del complejo QRS < a 140 milisegundos, ambos con clase funcional I en el último control médico.

En nuestro país no se han reportado series de seguimiento de pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot, analizando la función ventricular derecha, ni se han establecido criterios para reemplazo valvular pulmonar en este grupo de pacientes en nuestro centro hospitalario, por lo que consideramos que esta serie tiene mucha importancia como punto de referencia para otros estudios que abarquen un mayor número de pacientes y la evolución de los sometidos a reemplazo valvular pulmonar.

Conclusiones.

De acuerdo con los datos obtenidos y en base a la literatura descrita del tema podemos concluir, que la insuficiencia pulmonar crónica y la sobrecarga de volumen resultante del ventrículo derecho debido a la pérdida de la capacidad valvular pulmonar posterior a la corrección total de la Tetralogía de Fallot, causan varios resultados perjudiciales a largo plazo. En esta serie no se evidenció correlación estadísticamente significativa entre la medida del QRS y los parámetros de función del ventrículo derecho medidos por resonancia magnética, sin embargo se documentó que las medias y mediana de los parámetros para evaluar función ventricular derecha por resonancia magnética cardíaca se encuentran por encima de los valores de referencia para considerar reemplazo valvular pulmonar, reafirmando que el desarrollo y la introducción de la resonancia magnética cardíaca para la cuantificación del volumen cardíaco, el flujo y la función en estos pacientes ha ayudado en la comprensión de la mecánica ventricular derecha, y debe realizarse como método de evaluación en el seguimiento de estos pacientes; También es de suma importancia la monitorización electrocardiográfica periódica del ancho del QRS y presencia de arritmias. Consideramos que la decisión de realizar reemplazo valvular pulmonar en pacientes operados de corrección total de Tetralogía de Fallot deberá ser en base a varios factores incluyendo la clase funcional, la función ventricular derecha, entre otros, individualizando cada caso, por lo tanto creemos que se necesitan más estudios que incluyan un mayor número de pacientes.

Cabe mencionar que se está realizando un estudio prospectivo, que incluye el registro de electrocardiograma, así como la evaluación de la función ventricular derecha por resonancia magnética cardíaca en todos los pacientes operados de corrección total que realizan su control médico en consulta externa de nuestro hospital.

Limitaciones del Estudio

Al ser un estudio que involucra la revisión de expedientes se encontraron limitaciones por falta de información vertida en los mismos.

Debido a que la Resonancia Magnética es un estudio costoso y que en ocasiones amerita anestesia en algunos pacientes, solo se realizó como estudio inicial a pacientes de una cohorte que presentaba QRS \geq de 140 milisegundos, lo cual en estudios subsecuentes será posible ampliar a pacientes con ancho de QRS desde 120 milisegundos.

Cronograma de actividades

| Actividad | Mes |
|------------------------|--------------------------|
| Revisión bibliográfica | Agosto 2016 – Mayo 2017 |
| Recolección de datos | Agosto 2016 – Marzo 2017 |
| Análisis de resultados | Abril 2017 – Junio 2017 |
| Revisión final | Junio 2017 |
| Entrega de Tesis | Julio 2017 |

Referencias Bibliográficas

1. Sandoval N, Díaz GG, Duhagon P. Tetralogía de Fallot. En: Díaz Góngora G, Sandoval RN, Vélez MJ, Carrillo AG, editores. *Cardiología Pediátrica*. Colombia, Bogotá: Ed Mc Graw Hill; 2003; 35: 509-525.
2. 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.
3. Alva C. Tetralogía de Fallot. Actualización del diagnóstico y tratamiento. *Revista Mexicana de Cardiología*, 2013; 24(2): 87-93.
4. 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.
5. Tronconis C, Historia de la corrección quirúrgica de la Tetralogía de Fallot. *Avances Cardiologia*. 2014; 34(4):311-318.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Geva T. Indications for Pulmonary Valve Replacement in Repaired Tetralogy of Fallot: The Quest Continues. 2013. 10.1161/CirculationAHA.113.005878.

12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Anderson RH, Jacobs ML. The anatomy of tetralogy of Fallot with pulmonary stenosis. *Cardiol Young*. 2008; 18: 12-21.
17. 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.
18. Apitz C, Weeb GD, Redington AN. Tetralogía de Fallot. *Lancet*.2009; 374: 1462-1471.
19. 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.
20. Taussig HB. Neuhauser lecture-tetralogía de Fallot: early history a late results. *Am J Roentgenol*. 2009; 133: 423-431.
21. 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.
22. Arévalo SL, Segura SB, Lozano DR. Crisis de Hipoxia, EN: García, Valencia, Serrano, Nieto, Muñoz, Sienna, Arevalo, Segura, Lozano. *Urgencias en Pediatría*. Hospital Infantil de México, 6ª ed. México, D.F: Ed. Mc Graw Hill. 2011.164:852854.

23. Calderon CJ. Urgencias cardiológicas. En: Rodríguez M, Gamboa J, Arnaiz C, Escobar E, Asociación Mexicana de Pediatría, A.C. Temas de Pediatría. Urgencias. México,D.F: Ed. McGraw Hill; 1999. P.239-250.
24. Asano M, Nomura N, Sasaki S, Mishima A. Surgical repair of tetralogy of Fallot with large conus artery. *Pediatr Cardiol*, 2003;24: 601–603.
25. Bertranou EG, Blackstone EH, Hazelrig JB et al. Life expectancy without surgery in tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol*. 1978; 42: 458-466.
26. 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.
27. Van Arsdell GS, Maharaj GS, Tom J et al. What is the optimal age for repair or tetralogy of Fallot? *Circulation*. 2000; 102(19Suppl 3): III123-129.
28. 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.
29. Van Arsdell GS, Maharaj GS, Tom J et al. What is the optimal age for repair or tetralogy of Fallot? *Circulation*. 2000; 102(19Suppl 3): III123-129.
30. Zeltser I, Jarvik GP, Bernbaum J. Genetic factors are important determinants of neurodevelopmental outcome after repair of tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008; 135: 91-97.
31. 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.
32. 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.
33. Gatzoulis MA, Balaji S, Webber SA et al. Risk factors for arrhythmia and sudden death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicenter study. *Lancet*. 2000; 356: 975-981.
34. 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.
35. 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.

36. Lurz P, Coats L, Khambadkone S et al. Percutaneous pulmonary valve implantation: impact of evolving technology and learning curve on clinical outcome. *Circulation*. 2008; 117: 1964-1972.
37. 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.
38. Khairy P, Harris L, Landzberg M et al. Implantable cardioverter-defibrillators in tetralogy of Fallot. *Circulation* 2008; 117: 363-370.
39. Zoghbi et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation. A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 01:007.
40. Al Habib HF, Jacobs JP, Mavroudis C, et al. Contemporary patterns of management of tetralogy of Fallot: data from the Society of Thoracic Surgeons Database. *Ann Thorac Surg* 2010; 90:813.

Anexos

Tablas y Gráficos

Tabla 1. 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 2. 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 3. Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Edad a la Cirugía | .103 | 28 | .200* | .960 | 28 | .356 |
| Edad Actual | .109 | 28 | .200* | .960 | 28 | .346 |
| Peso en Kg | .138 | 28 | .186 | .944 | 28 | .138 |
| Talla en cm | .150 | 28 | .107 | .940 | 28 | .110 |
| QRS | .225 | 28 | .001 | .885 | 28 | .005 |
| VTDVD ML/M2 SC POR RMC | .149 | 28 | .112 | .910 | 28 | .020 |
| VTSVD ML/M2 POR RMC | .124 | 28 | .200* | .943 | 28 | .132 |
| FEVD POR RMC | .132 | 28 | .200* | .958 | 28 | .312 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 4. Distribución por Sexo

| Sexo | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Masculino | 16 | 55.2 |
| Femenino | 12 | 44.8 |
| Total | 28 | 100 |

Tabla 5. Distribución por Clase funcional

| Clase funcional | Frecuencia | Porcentaje | Cum. |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 1 | 17 | 60.71 | 60.71 |
| 2 | 11 | 39.29 | 100 |
| Total | 28 | 100 | |

Tabla 6.

| VARIABLE | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | MÍNIMO | MÁXIMO |
|--------------------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|
| Edad a la cirugía | 3.8 | 2 | 0.7 | 9.1 |
| Edad actual | 12.3 | 3.3 | 5.2 | 17.4 |
| Peso en Kg | 39.168 | 18.169 | 14 | 82 |
| Talla en cm | 142 | 20 | 96 | 170 |
| VTSVD | 98.9 | 44.5 | 37 | 192.5 |
| FEVD por RMC | 45.2 | 9.6 | 30 | 71 |

Tabla 7.

| Variable | Mediana | Cuartil 1 | Cuartil 3 |
|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| QRS | 160 | 150 | 170 |
| VTDVD | 171 | 120 | 241 |

Gráfico 1.
Gráfico de dispersión entre QRS y FEVD por RMC
VTDVD: Volumen telediastólico del ventrículo derecho.
RMC: Resonancia magnética cardiaca.

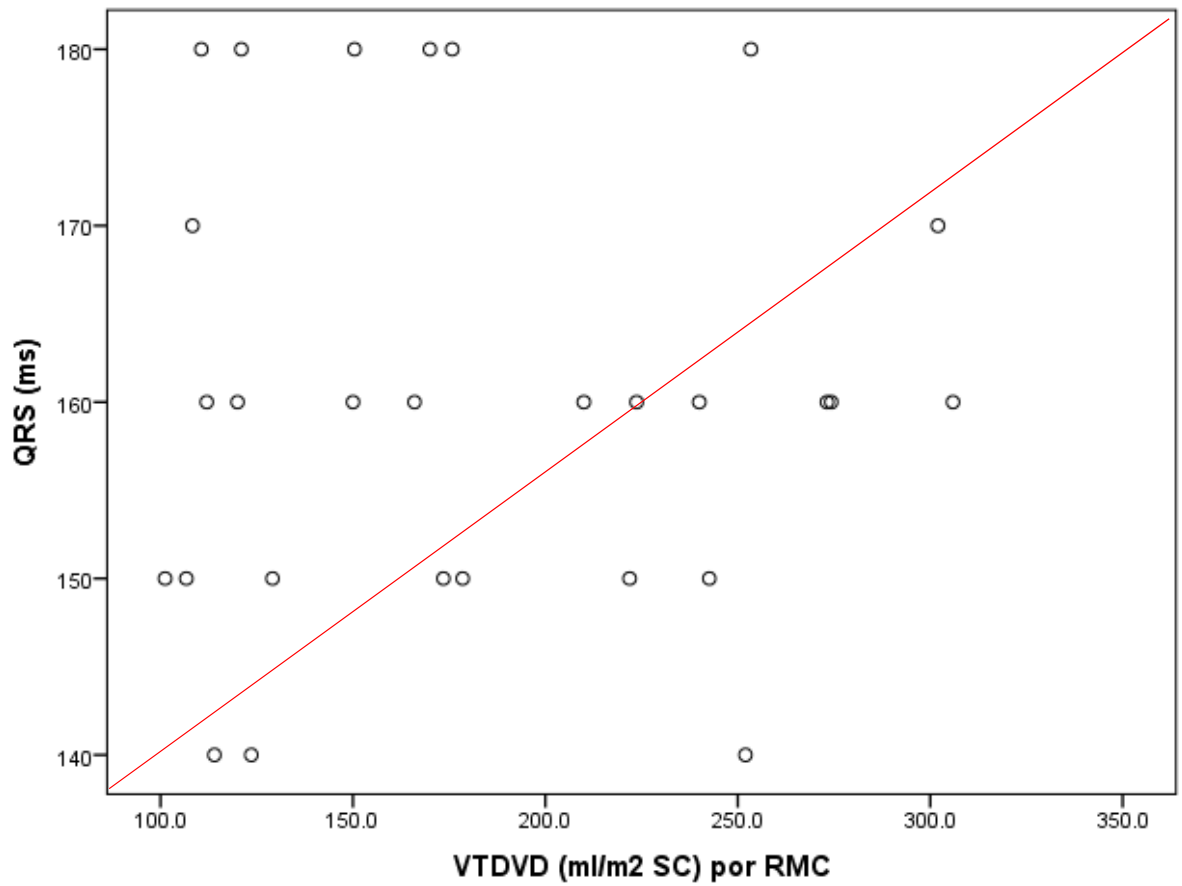


Gráfico 2
Gráfico de dispersión entre QRS y FEVD por RMC
VTSVD: Volumen telediastólico del ventrículo derecho.
RMC: Resonancia magnética cardiaca.

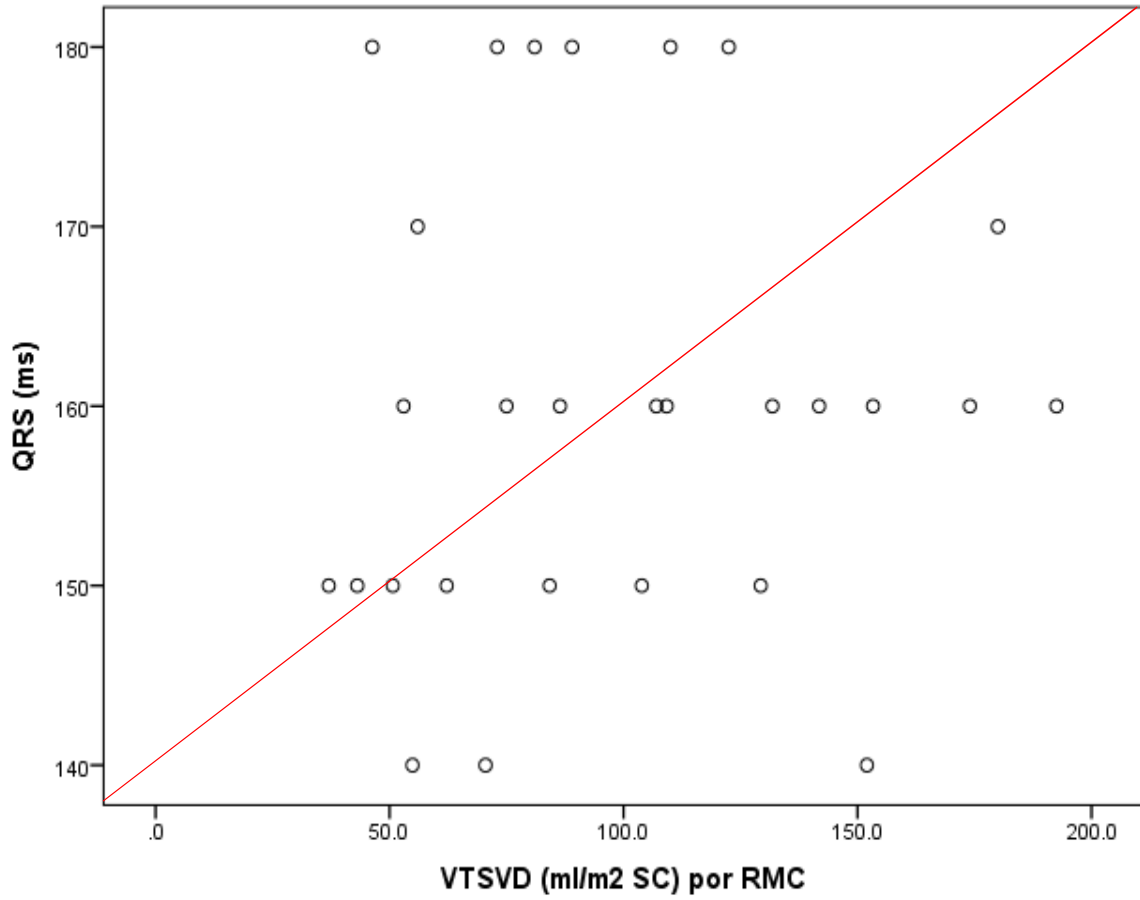


Gráfico 3. Gráfico de dispersión entre QRS y FEVD por RMC
FEVD: Fracción de eyección del ventrículo derecho.
RMC: Resonancia magnética cardiaca.

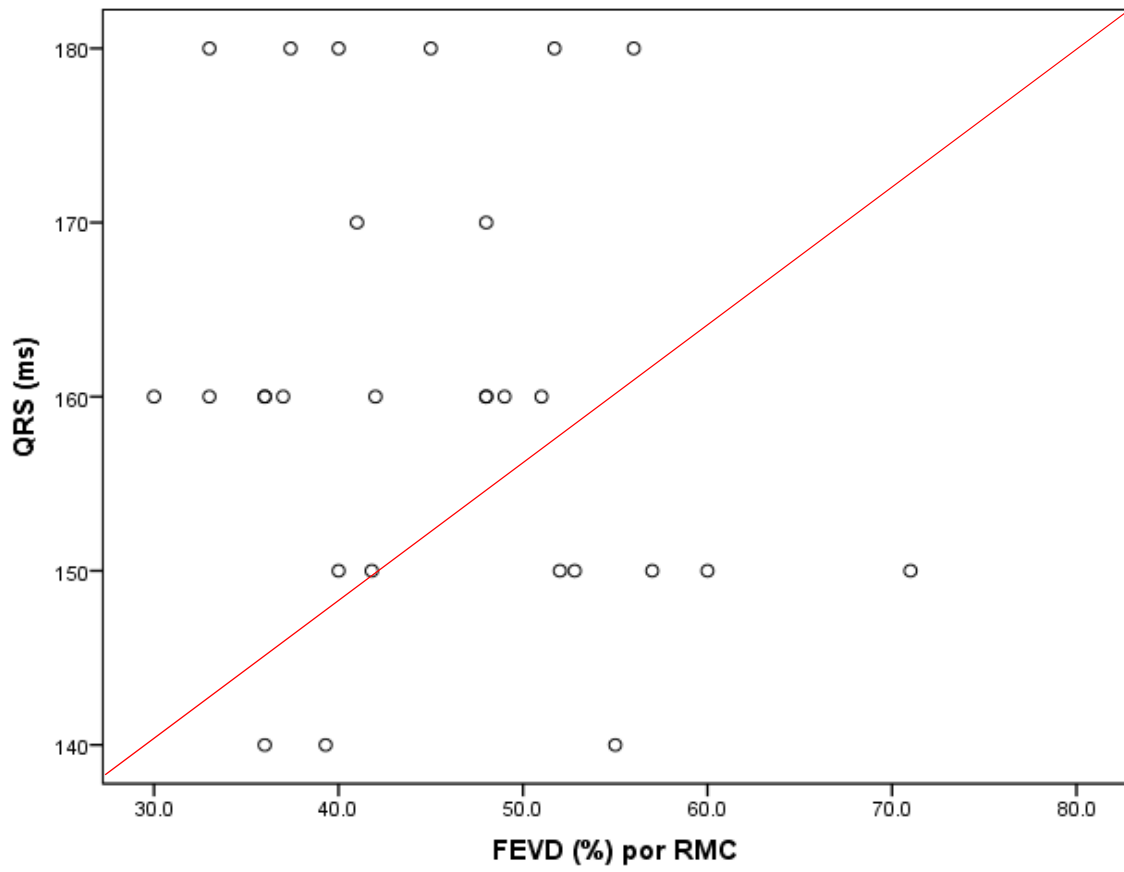


Tabla 8. Prueba de Correlación de Spearman entre QRS y VTDVD m²/SC por RMC

| Rho de Spearman | QRS | VTDVD ml/m² SC por RMC |
|--|-------------------------------------|--|
| <p>QRS</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>1000</p> <p>28</p> | <p>0.69</p> <p>0.726</p> <p>28</p> |
| <p>VTDVD ml/m² SC por RMC</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>0.069</p> <p>0.726</p> <p>28</p> | <p>1000</p> <p>28</p> |

Tabla 9. Prueba de Correlación de Spearman entre QRS y VTSVD m²/SC por RMC

| Rho de Spearman | QRS | VTDVD ml/m² SC por RMC |
|--|-------------------------------------|--|
| <p>QRS</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>1000</p> <p>28</p> | <p>0.182</p> <p>0.353</p> <p>28</p> |
| <p>VTSVD ml/m² SC por RMC</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>0.182</p> <p>0.353</p> <p>28</p> | <p>1000</p> <p>28</p> |

Tabla 10. Prueba de Correlación de Spearman entre QRS y FEVD m²/SC por RMC

| Rho de Spearman | QRS | VTDVD ml/m² SC por RMC |
|--|--------------------------------------|--|
| <p>QRS</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>1000</p> <p>28</p> | <p>-0.218</p> <p>0.264</p> <p>28</p> |
| <p>VTSVD ml/m² SC por RMC</p> <p>Coefficiente de correlación</p> <p>Sig. (Bilateral)</p> <p>N</p> | <p>-0.218</p> <p>0.264</p> <p>28</p> | <p>1000</p> <p>28</p> |