



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE MEDICINA
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
 HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GÓMEZ

Acceso percutáneo supra aórtico
 en cateterismo cardiaco
 intervencionista en pacientes
 pediátricos en el Hospital Infantil
 de México Federico Gómez

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE
 ESPECIALISTA EN:

CARDIOLOGIA PEDIATRICA

P R E S E N T A

Dr. Fabián Andrés Merchán
 Bustos.

TUTORES:

Dr. David Salazar Lizárraga
 Dr. Julio Erdmenger Orellana
 Dr. Horacio Márquez González



CIUDAD DE MÉXICO FEBRERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

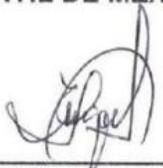
HOJAS DE FIRMAS

DR. SARBELIO MORENO ESPINOSA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO

DIRECTOR DE TESIS



DRA. DAVID SALAZAR
MEDICO ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA PEDIATRICA
ADSCRITO CARDIOLOGIA PEDIATRICA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



DR JULIO ERDMENGER ORELLANA
MEDICO ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

ASESOR METOLOGICO



DRA. HORACIO MARQUEZ GONZÁLEZ
MEDICO ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA PEDIATRICA
DOCTOR EN CIENCIAS MEDICAS
ADSCRITO AL SERVICIO DE OFICINA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

DEDICATORIAS:

A mi hijo y mi esposa, pilares fundamentales en mi vida, quienes han sido partícipes de mi esfuerzo y sacrificio y se han mantenido constantes en su apoyo durante esta gran experiencia.

A mis padres y mi familia, que fundieron los cimientos, me inculcaron valores y cualidades que me han incentivado a lograr los objetivos y metas trazadas.

A mis compañeros y maestros, de quienes aprendo a diario y con quienes he compartido el proceso de formación académica.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
ANTECEDENTES.....	6
MARCO TEÓRICO.....	8
DEFINICIÓN.....	8
EPIDEMIOLOGÍA.....	8
ETIOLOGÍA.....	8
PATOLOGÍA.....	9
FISIOPATOLOGÍA.....	11
DIAGNÓSTICO.....	11
<i>Diagnostico prenatal</i>	11
<i>Diagnóstico posnatal</i>	12
<i>Radiografía</i>	13
<i>Electrocardiograma</i>	13
<i>Ecocardiograma</i>	14
<i>Cateterismo</i>	14
<i>Tratamiento</i>	14
MANEJO PALIATIVO.....	14
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	20
OBJETIVOS.....	21
<i>Objetivo general</i>	21
<i>Objetivos específicos</i>	21
HIPÓTESIS.....	22
METODOLOGÍA.....	23
PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	26
RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	29
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	41
LIMITACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43

Introducción

El cateterismo cardiaco inició en 1929 y su invención ganó el premio Nobel. En 1950 el cateterismo fue utilizado para entender mejor la fisiología de los defectos cardíacos congénitos, y en 1970, con los avances en cirugía cardíaca, la angiografía permitió aportar información más detallada sobre la anatomía de las cardiopatías congénitas.

Establecer un adecuado acceso vascular es un paso vital para la realización de un cateterismo seguro y eficiente, particularmente en lactantes y neonatos. El tipo y la localización del acceso está determinado por la anatomía particular del paciente y los objetivos de la cateterización. El acceso vascular obtenido más comúnmente es por medio del sistema femoral. (1)

La arteria carótida común es una ruta ventajosa en niños e infantes, su diámetro es mayor que la arteria femoral, por lo tanto, puede alojar una vaina más grande, además es una ruta para intervencionismo de manera directa en válvula aórtica, ductus arterioso y fistulas sistémico pulmonares. (Justino) Existe también información que corrobora una relación inversa entre el peso del neonato y el riesgo de trombosis de la arteria femoral. (Gasparella) Por lo tanto, el acceso supra aórtico en determinados casos se plantea como un acceso seguro y efectivo usado ampliamente. (2,3)

El Hospital Infantil de México es uno de los principales centros de atención y referencia para los pacientes con cardiopatía congénita del país, y cuenta con sala de hemodinamia donde se realizan procedimientos tanto diagnósticos e intervencionistas y se utilizan diferentes tipos de acceso vascular, sin tener estudios descriptivos de los mismos, siendo necesario estudios que compilen la información y demuestren la experiencia de nuestro centro en el manejo de dichos accesos. En el presente estudio se describirá las características de los pacientes en quienes se realizó un abordaje supra aórtico.

Antecedentes

El cateterismo cardiaco es una herramienta útil, en la evaluación y tratamiento, de las afecciones cardiacas complejas congénitas y adquiridas, que provee información completa sobre la anatomía y la fisiología, con un riesgo bajo, usualmente menor al asociado a decisiones clínicas basadas en información inadecuada. (1,4)

Las indicaciones mayores para realizar un cateterismo cardiaco diagnostico son:

Obtener información hemodinámica necesaria y un diagnostico anatómico completo que no puede ser obtenido por métodos no invasivos.

Presencia de signos y síntomas no consistentes con el diagnóstico del paciente.

Un curso clínico progresivo no esperado para el paciente. (1,2)

El acceso vascular es primordial para lograr un procedimiento óptimo, el abordaje por vía femoral de manera anterógrada a través de las grandes venas permite la cateterización del corazón derecho, y la aproximación por la arteria femoral de manera retrograda, o por la vena femoral de manera anterógrada al atravesar un defecto atrial, foramen oval permeable, o punción trans septal permite la cateterización del corazón izquierdo.

Justino y colaboradores en el 2016, hicieron una revisión retrospectiva de las características de 42 pacientes sometidos a cateterismo intervencionista por medio de acceso carotideo percutáneo para colocación de stent en el conducto arterioso, redilatación de stent en el conducto arterioso, valvuloplastia aórtica con balón, angioplastia o colocación de stent en fistula de Blalock - Taussig y en su estudio concluyen que dicho acceso es seguro en infantes pequeños, logrando una adecuada hemostasia sin necesidad de reparo quirúrgico y sin secuelas neurológicas atribuidas al uso de este acceso. (3)

Polat y Colaboradores indican que el acceso carotideo permite una ruta más recta para la intervención cardiaca de varias lesiones cardiacas izquierdas en pacientes lactantes pequeños, incluso prematuros, sin ocasionar efectos adversos neurológicos y sin generar insuficiencia vascular significativa. (4)

Choudhry y colaboradores analizaron hasta el 2015, 20 procedimientos con acceso percutáneo carotideo en menores de 3 meses, de manera retrospectiva, la mediana de edad de los pacientes sometidos a intervención fue 13 días, con una mediana de peso de 3.3 Kg, la mayoría (16) a través de la carótida derecha y una vaina 4 Fr (17), sin presentar complicaciones mayores durante el procedimiento, sugiriendo esta vía como segura y factible para el acceso en menores de 3 meses. (5)

Davenport en su estudio examina la seguridad y eficacia de rutas alternativas para accesos avasculares para intervenciones exitosas en pacientes con accesos vasculares limitados, 64 intervenciones fueron realizadas en 50 pacientes, en 25 de los cuales se utilizaron las arterias carótidas, y concluye que en dependencia de la lesión y el peso del paciente estas técnicas pueden ampliar de forma segura una estrategia exitosa en los niños. (6)

Ligon y colaboradores realizaron un estudio comparando el abordaje femoral y carotideo para la intervención en fistulas Blalock – Taussig, siendo más exitoso el abordaje carotideo ($p = 0.035$), ameritando menor tiempo de procedimiento para la implantación de stent, tiempo de anestesia, proponiéndolo como un acceso alternativa asociado a éxito. (7)

Polat y colaboradores en su revisión retrospectiva realizada en neonatos con ductus vertical y colocación de stent por vía arterial axilar comparan los resultados con la colocación por vía venosa femoral en 19 pacientes con circulación pulmonar dependiente del conducto, catalogándola como una técnica factible y segura ($p < 0.001$) (8)

Bauser en el 2019 comparo la colocación de stent en el conducto por arteria axilar y carótida con la colocación por vía femoral, siendo el tiempo de procedimiento más corto con el abordaje carotideo y axilar comparado con el femoral ($p < 0.01$), las complicaciones fueron similares entre ambos sitios de acceso. (9)

Marco Teórico

El cateterismo cardiaco es un conjunto de procedimientos especializados en el cual se introduce un catéter en los diferentes vasos y cavidades cardiacas, para obtener datos fundamentales y conseguir un diagnóstico de precisión en cardiología. Fue Fritz Bleichroeder, en 1905 quien introdujo por primera vez un catéter en sus propias venas sin llegar al corazón. Para 1929, Werner Forssman llega con un sonda hasta la aurícula derecha, a través de una vena ante cubital. En 1940, Cournard sentó las bases de la hemodinámica actual y, por esto, los doctores Forssman y Cournard recibieron el Premio Nobel de Medicina, en 1956. A partir de este momento, los avances y el refinamiento de esta técnica han contribuido al progreso de la cardiología y se ha convertido en un área fundamental de la cardiología pediátrica. El cateterismo cardiaco diagnostico en los niños se ha reducido en los últimos años, a menos de un 40%, esto suscitado por los avances en la ecocardiografía y la resonancia magnética nuclear, y ha dado campo al incremento del cateterismo terapéutico, como parte del tratamiento del paciente con cardiopatía congénita; además, últimamente, se ha integrado la cirugía cardiaca y la cardiología intervencionista. (2)

Indicaciones

El cateterismo cardiaco diagnostico ofrece unos datos anatómicos y fisiológicos confiables. El riesgo es bajo si tenemos un adecuado equipo de trabajo, con información adecuada, previo al procedimiento. Hay tres indicaciones para realizar un cateterismo cardiaco diagnóstico:

- Para la obtención de un diagnostico anatómico y fisiológico completo, que no puede lograrse a través de métodos no invasivos.
- Cuando se presentan signos y síntomas clínicos que no son consistentes con el diagnóstico del paciente.
- En el momento en que el curso clínico de un paciente no está dentro de lo esperado por el equipo de trabajo. (1,2)

Cada lesión tiene su indicación específica y, en la mayoría de las cardiopatías congénitas,

se requiere el cateterismo cardiaco diagnostico si en el paciente se sospecha hipertensión pulmonar o si el diagnostico anatómico no es claro. (1)

Preparación previa.

Cada paciente debe tener como parte de la preparación previa, una historia clínica general y un examen médico completo antes del procedimiento. Asimismo, es importante contar con información relevante que se relacione con los aspectos técnicos del procedimiento (cirugías previas, cateterismos previos, cicatrices en los sitios de acceso). La historia familiar debe contener información sobre desordenes de sangrado, alergias y reacciones a medios de contraste. Debe evitarse el procedimiento en pacientes febriles o que tengan riesgo de bacteriemia, durante el cateterismo. En adolescentes o mujeres adultas, la fecha de ultima menstruación es de gran importancia, como también, descartar la posibilidad de embarazo, en cuyo caso se necesita una razón poderosa para exponer a esta paciente a la radiación.

Todos los pacientes que serán sometidos a un cateterismo cardiaco requieren previamente un electrocardiograma completo, una radiografía de tórax frontal y lateral y una ecocardiografía pediátrica. El paciente debe tener un citoquímico de orina y un cuadro hemático completo. Por su parte, los niños con cianosis severa requieren estudios de coagulación y conteo de plaquetas. La reserva de glóbulos rojos es algo discutido en los pacientes en quienes se les realizan estudios hemodinámicos diagnósticos; sin embargo, es necesaria en los pacientes a quienes se somete a un cateterismo intervencionista. En pacientes con niveles de hemoglobina mayores de 20 g/ml, se requiere una adecuada hidratación para evitar el riesgo de trombosis. (1,3,5)

Cada institución y cada equipo médico siguen sus propias guías de premedicación, sedación y anestesia de los pacientes. El manejo está influenciado por la diversidad de la patología congénita y la experticia del grupo medico involucrado. El objetivo se centra en disminuir la ansiedad, facilitar la separación de los padres y promover la amnesia y la seguridad del procedimiento. Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta que una sedación y una ventilación mecánica no adecuada pueden influir en forma negativa en los datos hemodinámicos obtenidos. Por ello, es importante discutir previamente el nivel de sedación

y la cantidad de oxígeno suplementario que debe utilizarse antes del procedimiento: es ideal que estos procedimientos se realicen con el concurso de un anesthesiologo cardiovascular, aunque esto no siempre es necesario. El paciente no debe ingerir solidos en 8 horas previas al cateterismo, pero puede recibir leche o fórmulas lácteas infantiles 6 horas antes del procedimiento, leche materna 4 horas antes y líquidos claros 2 horas antes. El paciente debe tener una línea venosa colocada previamente al procedimiento para facilitar la administración de líquidos y la sedación, especialmente en pacientes cianóticos. Los pacientes, por lo general, son inducidos con máscaras previo a la colocación de medicamentos intravenosos, pero debe tenerse en cuenta que el manejo peri-procedimiento debe ser individualizado para cada paciente. Previo a la anestesia general, es conveniente poner anestesia local con lidocaína para disminuir el dolor, antes de la punción. La dosis no debe exceder los 6 mg/kg: una dosis excesiva o accidental intravenosa puede causar convulsiones. (2,7,9)

La efectiva sedación y la anestesia puede mantenerse por la utilización de fentanil, midazolam, ketamina y Propofol, teniendo en cuenta que el Propofol puede llevar a depresión de la función cardiaca. En algunas patologías, no es recomendable utilizar medicamentos vasodilatadores, especialmente en tetralogía de Fallot o patologías con disminución de flujo pulmonar. La ketamina puede aumentar la resistencia vascular sistémica. Actualmente, la mayoría de los procedimientos, en especial los procedimientos intervencionistas, necesitan anestesia general y requieren el concurso de anesthesiología cardiovascular.

Accesos vasculares

Establecer el acceso vascular es un paso vital para la realización de un cateterismo cardiaco seguro y eficiente, sobre todo, en neonatos y pacientes jóvenes en quienes la técnica es más difícil y puede haber más sangrado y daño vascular. Los accesos más frecuentes utilizados son: femoral, yugular, subclavio, umbilical y hepático. Estos se utilizan de acuerdo con la necesidad: el femoral es el más utilizado en los cateterismos cardiacos pediátricos. Cuando la vena femoral esta obstruida, el segundo acceso más utilizado es el yugular. Los accesos subclavio, umbilical y hepático se utilizan en casos seleccionados. (1,2,3,4)

Equipos y materiales

La sala de hemodinámica debe cumplir con las normas asépticas establecidas, tener una ubicación próxima a las salas de cirugía y una unidad de cuidado intensivo cardiovascular, además de encontrarse contigua a la sala de recuperación. De esta forma, se facilita el traslado de pacientes y se evita la exposición de pacientes críticos a riesgos innecesarios. Los componentes básicos de la sala de hemodinámica son el angiografo, los equipos de monitorización fisiológica, con visualización de al menos cuatro canales de presión, electrocardiograma y saturación permanente, los monitores de visualización, el equipo de radiofrecuencia, el inyector y el laboratorio de exploración, visualización y posproceso de imágenes. Además de estos, son imprescindibles el carro de paro cardiorespiratorio, el desfibrilador, los equipos de electrofisiología, la máquina de anestesia, la torre de gases, el dispositivo procesador de gases arteriales y venosos y el ecocardiografo. La sala de hemodinámica ideal debe contar como en nuestra institución, con un equipo biplano con brazos en C, lo cual facilita la adquisición de proyecciones complejas, sin cambiar la posición del paciente en la mesa, y la utilización de menor cantidad de medio de contraste al obtener imágenes simultáneas. Si no se cuenta con este tipo de salas, el procedimiento se realiza con un equipo con un solo brazo en C. Se debe contar con juegos de introductores con válvulas y puerto lateral de calibres 3 a 7 Fr, para estudios diagnósticos y 6 a 16 Fr para procedimientos terapéuticos. Actualmente, se cuenta con una gran variedad de catéteres y guías para diferentes procedimientos. Las guías utilizadas más comúnmente son las rectas y con torque, que tienen punta suave y flexible para facilitar el acceso a los vasos pequeños; aunque, también, se debe tener a disposición las guías extrarrígidas para intervencionismo. Los catéteres utilizados se dividen en dos grandes grupos, los controlados por torque y los catéteres con balón, guiados por flujo. Dentro de los catéteres, los más empleados están el Berman, pig tail, multipropósito, Judkins y coronario derecho, entre otros. (2,9,11)

Para todos los procedimientos de cardiología intervencionista, se requieren dos cardiólogos pediatras con entrenamiento en hemodinámica, para la manipulación de guías, manejo de balones de inflado e implantación de dispositivos, entre otros. En los procedimientos diagnósticos, no es indispensable la presencia de dos hemodinamistas pediátricos, excepto en los casos de cardiopatías complejas o que requieran manipulación

simultanea de guías y catéteres por recorridos inusuales, en cuyo caso, la colaboración de dos operadores facilita y acorta el tiempo de cateterismo.

Procedimientos y técnicas generales

Varios estudios han documentado las presiones intracardiacas en pacientes adultos, pero existen pocos datos en niños, la mayoría de los cuales se obtuvieron de cateterismos en niños con soplos inocentes. La presión de la aurícula derecha normalmente se compone de tres ondas: "a", "c" y "v". Normalmente, la presión de la aurícula derecha tiene onda "a" dominante que es usualmente 2 a 3 mmHg mayor que la onda "v". En los niños se observa una marcada variabilidad con los cambios respiratorios y el valor normal de la presión de la aurícula derecha es de 3 mmHg. En la aurícula izquierda, se observan las mismas ondas, pero la presión media es más alta, la onda "v" es más alta que la onda "a" y su valor medio normal es de 8 mmHg. El trazo normal de la presión del ventrículo derecho muestra una fase ascendente rápida que representa la contracción isovolumétrica, seguida por una meseta corta que representa la relajación isovolumétrica y, por último, se observa el descenso diastólico en la presión. (1,13,16)

Se asume que la presión diastólica temprana es cero y se describe siempre la presión de fin de diástole. El valor normal de la presión del ventrículo derecho es de 25/4 mmHg. El trazo de presión del ventrículo izquierdo es diferente; la presión diastólica temprana es cero, la onda ascendente es mucho más rápida, con una fase de meseta más plana y un descenso diastólico que muestra una giba más pronunciada al final de la diástole. Su valor promedio es de 96/5 mmHg y el trazo de presión pulmonar es de más baja amplitud, con un ascenso sistólico lento, una escotadura dicrótica variable y una caída lenta, al final de la diástole. Se observa variabilidad con el ciclo respiratorio y, normalmente, la presión diastólica de la arteria pulmonar es similar a la presión diastólica del ventrículo derecho; su valor normal es de 25/5/13 mmHg. El trazo de presión de la aorta varía considerablemente según el lugar donde se registre. La presión media cae de manera imperceptible entre la aorta y las arterias periféricas, lo que altera el contorno de la onda; el pico sistólico es mucho más abrupto y alto, la escotadura dicrótica se hace más prominente y la presión diastólica cae a medida que se va alejando de la aorta ascendente. Su valor normal varía considerablemente con la edad y su promedio es de 115/67/99. (3,9)

Para la determinación de los gastos cardíacos, se utiliza, por lo general, el método de Fick. Ocasionalmente, se realiza el cálculo del gasto cardíaco utilizando la termo dilución, principalmente en pacientes sin cortocircuitos cardíacos o extracardiacos. Se toman muestras de sangre en la vena cava superior, aurícula derecha, vena cava inferior, ventrículo derecho y arteria pulmonar, en el lado derecho; vena pulmonar y aorta, en el lado izquierdo, para determinar la concentración de oxígeno. Se obtiene además el consumo de oxígeno del paciente. Una vez que tenemos el contenido y el consumo de oxígeno se aplica la ecuación de Fick para la determinación del gasto cardíaco sistémico y pulmonar. (8,11)

En los niños, las resistencias se calculan usando el índice cardíaco (gasto cardíaco / área de superficie corporal) y, de esta manera, se habla de índice de resistencias expresado en unidades Wood / m². La resistencia vascular pulmonar normal debe ser menor de 2 unidades Wood / m².

Las áreas valvulares se derivan de la fórmula de Gorlin, según la cual el área valvular es directamente proporcional al flujo, a través de la válvula e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la caída de presión.

Es importante entender que tanto el resultado de las medidas como de los cálculos realizados a partir de fórmulas son muy dinámicos y pueden cambiar minuto a minuto, dependiendo de las condiciones intrínsecas del paciente, como, por ejemplo, alteraciones electrolíticas, acidemia, alcalosis, saturación de O₂, hipo e hipercapnia, hipovolemia, hipotensión, anemia, entre otras; por tanto, deben ser evaluadas muy cuidadosamente en el momento de tomar decisiones acerca de los pacientes. (12)

Angiografías

En esta época de desarrollo de técnicas de imágenes no invasivas, la angiografía vascular y cardíaca es complementaria y esencial para la evaluación y el manejo de las condiciones seleccionadas.

Proyecciones Angiográficas

Frontal / PA: Se utiliza para evaluar la anatomía venosa sistémica, venosa pulmonar, de ventrículo derecho y de la arteria pulmonar. También, podemos observar la anatomía de la aorta descendente, evaluación de colaterales aorto pulmonares y la morfología ventricular izquierda; pero en esta vista, puede haber superposición de algunas estructuras, por ejemplo, el tracto de salida del ventrículo derecho puede interponerse con las ramas pulmonares.

Oblicua anterior derecha: Esta vista es utilizada para delinear bien el tracto de salida del ventrículo izquierdo, permite evaluar y medir el anillo de la válvula aortica y puede mostrar con más claridad el septum interventricular de salida, interfundíbulo y muscular anterior.

Frontal y angulación craneal: Son vistas que se utilizan para evaluar con más detenimiento las ramas pulmonares, sin interposición del ventrículo derecho; además, podemos observar el anillo de la válvula pulmonar. También, permite ver las arterias coronarias. (2,4)

Lateral: Es una excelente vista para evaluar el tracto de salida del ventrículo derecho. Es muy buena imagen, ya que estudia bien el conducto arterioso, la coartación de la aorta y puede evidenciar distalmente la anatomía pulmonar.

Oblicua anterior izquierda: No debe confundirse con la vista oblicua axial larga, pues no denota uso de angulación craneal o caudal. Es utilizada mejor para mostrar el arco aórtico, lo cual puede ayudar a observar un conducto arterioso o coartación de la aorta. Puede mostrar mejor la rama pulmonar izquierda y la anatomía valvular de un paciente con tronco arterioso común.

Oblicua axial elongada: Muestra la imagen del ventrículo izquierdo en forma similar a lo observado en la imagen paraesternal de eje largo vista por ecocardiograma y permite evaluar el tracto de salida del ventrículo izquierdo aórtico, sub y supra; muestra, además, el septum interventricular membranoso y el septum anterior y medio muscular. (3,7)

Hepatoclavicular: Da una imagen similar a la encontrada en la imagen de cuatro cámaras observadas por ecocardiograma. Podemos evaluar muy bien el septum interauricular

desde una inyección en la vena pulmonar superior derecha. Evalúa además el septum interventricular muscular posterior y la anatomía de la válvula mitral.

Vista del anillo aórtico: Muestra muy bien la cúspide de la válvula aortica y la salida de las arterias coronarias; es similar a la vista esternal del eje corto en la evaluación ecocardiográfica. (5,10)

Diagnóstico de afecciones específicas.

La angiografía es importante en el diagnóstico anatómico de las cardiopatías congénitas. En la actualidad, los métodos de imagen no invasivos, como la ecocardiografía, la tomografía cardiaca y la resonancia magnética nuclear son importantes, en este sentido. En pacientes con cardiopatías congénitas, en quienes no hay claridad en el diagnóstico con otro tipo de exámenes, la angiografía puede ser una alternativa importante. Por otro lado, su utilidad, hoy día se centra en delinear la patología cardiaca que es objeto de intervención.

Los procedimientos por catéter son sumamente variados; algunos son paliativos y, otros, literalmente terapéuticos, reemplazando en algunos casos la cirugía cardiaca, pero, más que nada, colabora con ella en el afán de mejorar los resultados a largo plazo en el manejo de cardiopatías simples y complejas. De acuerdo con la finalidad del procedimiento, las intervenciones, pueden ser clasificadas como: a) creación o apertura de una comunicación intracardiaca; b) intervenciones valvulares: valvulotomía por balón e implante valvular percutáneo; c) angioplastia por balón con o sin implantación de stent; d) cierre de comunicación o defecto intra o extracardiaco; e) intervenciones fetales; f) procedimientos híbridos; g) misceláneas. (11,17)

Complicaciones

Las complicaciones se clasifican en dos categorías: mayores y menores. Las mayores pueden ocasionar muerte, si no se tratan y se diagnostican rápidamente y las menores pueden ser benignas y, a menudo, transitorias. La frecuencia de aparición tiene que ver con la edad del enfermo, la gravedad de la cardiopatía y las complicaciones técnicas de cateterismo. El porcentaje de riesgo de muerte, durante la exploración, depende de la

edad del paciente. Es mayor en neonatos y en menores de dos años que en el paciente adolescente y adultos; sin embargo, la mayoría de las muertes están más asociadas con la severidad de la cardiopatía.

En neonatos y lactantes es importante tener un sistema adecuado de calentamiento, evitar la hipotermia, alteraciones del equilibrio ácido básico y evitar la hipotensión y el choque. En neonatos, es importante tener presente las alteraciones metabólicas, especialmente, la hipoglucemia y las alteraciones electrolíticas. En nuestros pacientes, es cada vez más frecuente la trombosis de vena cava inferior o ambas ilíacas o venas tributarias de la vena cava superior, así como las lesiones de troncos arteriales principales femoral, axilar, lo que nos obliga a ser muy cuidadosos con los vasos utilizados. En nuestra sala de hemodinámica, utilizamos heparina preventiva. (1,3,5)

Entre las complicaciones mayores, se destaca el paro cardíaco, fibrilación ventricular, perforación cardíaca y accidentes vasculares cerebrales. Estas complicaciones, deben ser controladas si el laboratorio de cateterismo está preparado para su rápido diagnóstico y tratamiento. La mayoría de las complicaciones en el laboratorio de cateterismo cardíaco son de carácter menor. Entre ellas tenemos: las arritmias de tipo auricular y ventricular que se observan al progresar el catéter por el corazón y, a veces, podemos observar arritmias de tipo supraventricular, que pueden desaparecer espontáneamente, estimulando la aurícula derecha con el catéter o, a veces, requiere la utilización del desfibrilador. Puede aparecer bloqueos de rama, bloqueos auriculoventriculares, que pueden desaparecer espontáneamente o con el uso de atropina intravenosa. En los niños mayores y adultos, con el cateterismo pueden aparecer síntomas asociados como vómitos, náuseas, hipotensión, bradicardia y sudoración que se pueden contrarrestar también con la utilización de atropina. (2)

En la actualidad los grandes beneficios que trae el cateterismo cardíaco diagnóstico, minimiza la escasa proporción de complicaciones que aparecen en manos experimentadas. Además, los avances en radio protección permiten al cardiólogo intervencionista más seguridad en los procedimientos. (11,16)

Planteamiento del Problema

El cateterismo cardiaco intervencionista en neonatos e infantes a través de los accesos supra aórticos es raramente preferido por que ha sido relacionado con lesión vascular y riesgo potencial para accidente cerebro vascular. Recientes estudios han demostrado que el acceso supra aórtico tiene un bajo porcentaje de complicaciones vasculares y un excelente porcentaje de permeabilidad, sin evidencia clínica de eventos neurológicos adversos en este papel, además ofrece la ventaja de intervenir de manera directa en válvula aortica, ductus arterioso y fistulas sistémico pulmonares, permitiendo albergar vainas de mayor tamaño.

En el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, centro de referencia del país para cateterismo diagnóstico e intervencionista se utiliza varios accesos vasculares, principalmente femoral, pero en pacientes neonatos e infantes, con lesiones del corazón izquierdo, se ha utilizado el acceso supra aórtico como opción, por lo que se decidió estudiar las características demográficas de los pacientes en quienes se realizó dicho acceso.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las características demográficas de los pacientes sometidos a cateterismo cardiaco en quienes se utilizó acceso vascular supra aórtico, Hospital Infantil de México “Federico Gómez”?

Justificación

La utilización de acceso supra aórtico tiene bajo porcentaje de complicaciones vasculares y una excelente tasa de permeabilidad vascular en su seguimiento.

La ruta supra aórtica para cateterismo no demuestra en el seguimiento, evidencia clínica de eventos neurológicos adversos en estos pacientes.

La vía supra aórtica para cateterismo ofrece un acceso directo para intervenir en lesiones del corazón izquierdo.

El acceso supra aórtico permite albergar vainas de mayor tamaño con menor tasa de alteración posterior en la permeabilidad vascular.

Objetivos

Objetivo general

- Establecer las características demográficas, de los pacientes sometidos a cateterismo cardiaco en quienes se utilizó acceso vascular supra aórtico, en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”.

Objetivos específicos.

- Describir las características demográficas en los pacientes con cateterismo cardiaco por vía supra aortica
- Determinar las indicaciones de cateterismo cardiaco en los pacientes en quienes se accedió por vía supra aórtica
- Demostrar las complicaciones en los pacientes en quienes se utilizó acceso supra aórtico para cateterismo cardiaco

Hipótesis

Al revisar las características demográficas de los pacientes sometidos a cateterismo cardiaco mediante acceso supra aórtico, podremos saber quiénes fueron y cuál fue el resultado al realizar este abordaje para el cateterismo cardiaco.

Metodología

Ubicación temporal

El presente estudio se llevó a cabo en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, que es una Institución de tercer nivel de atención dependiente de la Secretaría de Salud, por medio de revisión de expedientes de pacientes del servicio de Cardiología, en quienes se realizó cateterismo cardíaco por medio de acceso vascular supra aórtico.

Diseño de estudio

Descriptivo, serie de casos, transversal, retrospectivo

Población

Pacientes pediátricos menores de 18 años que se les realizó cateterismo cardíaco con acceso vascular supra aórtico en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”.

Criterios de inclusión

Pacientes del servicio de Cardiología del Hospital Infantil Federico Gómez menores de 18 años a quienes se le realizó cateterismo cardíaco con acceso vascular supra aórtico.

Criterios de exclusión

Pacientes con cateterismo cardíaco con acceso vascular femoral, yugular, umbilical y hepático.

Muestreo

Se revisaron los reportes de cateterismo cardíaco y los expedientes clínicos de pacientes a quienes se les realizó cateterismo cardíaco con acceso vascular supra aórtico desde Abril 2016 a Abril 2021 y analizaron las características demográficas, la indicación del procedimiento y las complicaciones de este.

Estrategia de trabajo

Se reviso el listado de cateterismos cardiacos del departamento de Hemodinámica del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" y se obtuvo el listado de los pacientes con acceso vascular supra aórtico, se revisó el reporte del procedimiento y se obtuvieron las variables demográficas, la indicación del procedimiento y las complicaciones inmediatas del procedimiento. Se creó una base de datos utilizando el software Office Excel y SPSS 21.0 para Windows, finalmente se realizó el análisis de estudio metodológico mediante medidas de tendencia central.

Plan de Análisis Estadístico

Los datos categóricos se presentan como número y porcentaje y los datos cuantitativos, como mediana y rangos en caso de variables de distribución normal.

Los datos se analizan utilizando SPSS 21.0 para Windows.

Descripción de Variables

1. Variable independiente

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Acceso vascular supra aórtico	Cualitativa politómica	Arteria Axilar Arteria Carotida Arteria Subclavia

2. Variables dependientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Sexo	Características biológicas que definen a los seres humanos como hombre o mujer.	Cualitativa	Masculino/ Femenino
Edad	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento	Cuantitativa	Días / Meses
Peso	Número de gramos que pesa el cuerpo humano	Cuantitativa	Kilogramos
Diagnóstico de ingreso	Tipo de enfermedad por la cual el paciente requirió ingreso a hospitalización	Cualitativa	Diagnóstico de ingreso hospitalario
Estado clínico previo al cateterismo	Situación en la que se encuentra una persona antes del procedimiento	Cualitativa	Estable / Inestable
Defunción	Extinción del proceso homeostático en un ser vivo y con ello el fin de la vida	Cualitativa	Si / No
Defunción	Extinción del proceso homeostático en un ser vivo y con ello el fin de la vida	Cualitativa	Inmediata / temprana

Resultados y Análisis Estadístico

Se evaluaron los pacientes sometidos a cateterismo cardiaco intervencionista con acceso vascular supra aórtico, el primer procedimiento se realizó en el 2017 y el último en el 2021, en el Hospital Infantil de México, completando 13 procedimientos, 8 (61.5%) de los participantes fueron mujeres y 5 (38.5%) fueron hombres. Se presentaron una mediana de peso de 3.1 Kg con un rango de 2.2 Kg. A 9.3 Kg. La edad mediana en días de los pacientes es de 14 días con un rango entre 5 – 394 días.

Los diagnósticos en 8 (62%) de los casos fue atresia pulmonar con defecto septal ventricular y ductus, en 1 caso (7.6%) fue atresia pulmonar con septum integro y ductus, 1 caso de atresia tricuspídea IB con ductus (7.6%), un caso (7,6%) de discordancia atrioventricular, doble salida de ventrículo derecho, operado de Mustard, un caso (7.6%) de embolización de catéter en aorta y un caso (7.6%) de trombosis de aorta abdominal.

Los accesos vasculares en su mayoría 5 (38.5%) de los casos fueron por arteria axilar izquierda, 4 (30.7%) fueron axilar derecha, 2 (15.4%) carotideo izquierdo y 2 (15.4%) carotideo izquierdo.

En 8 casos (61.5%) se usó catéter 5 Fr, en 4 pacientes (30.8%) se utilizó catéter 6 Fr, y en 1 paciente (7.7%) se usó catéter 4 Fr. En 9 casos (69.2%) se colocó stent y en 4 (30.8%) no se utilizó stents.

Tabla 1.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA
PESO	2200	9300	3100
EDAD EN DÍAS	5	394	14
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	
SEXO			
Femenino	8	61,5%	
Masculino	5	38,5%	
DIAGNÓSTICOS			
Atresia Pulmonar / DSV / PCA	8	62%	
Atresia pulmonar con Septum Integro / PCA	1	7,6%	
Atresia tricuspídea IB / PCA	1	7,6%	
Discordancia AV / DSVD / OP Mustard	1	7,6%	
Embolización de catéter en Aorta	1	7,6%	
Trombosis aorta abdominal	1	7,6%	
ACCESO VASCULAR			
A. carótida izquierda.	2	15,4%	
A. axilar derecha.	4	30,7%	
A. Axilar izquierda	5	38,5%	
A. carótida derecha	2	15,4%	
CATETER N° (Fr)			
4	1	7,7%	
5	8	61,5%	
6	4	30,8%	
STENT			
SI	9	69,2%	
NO	4	30,8%	
TOTAL	13	100%	

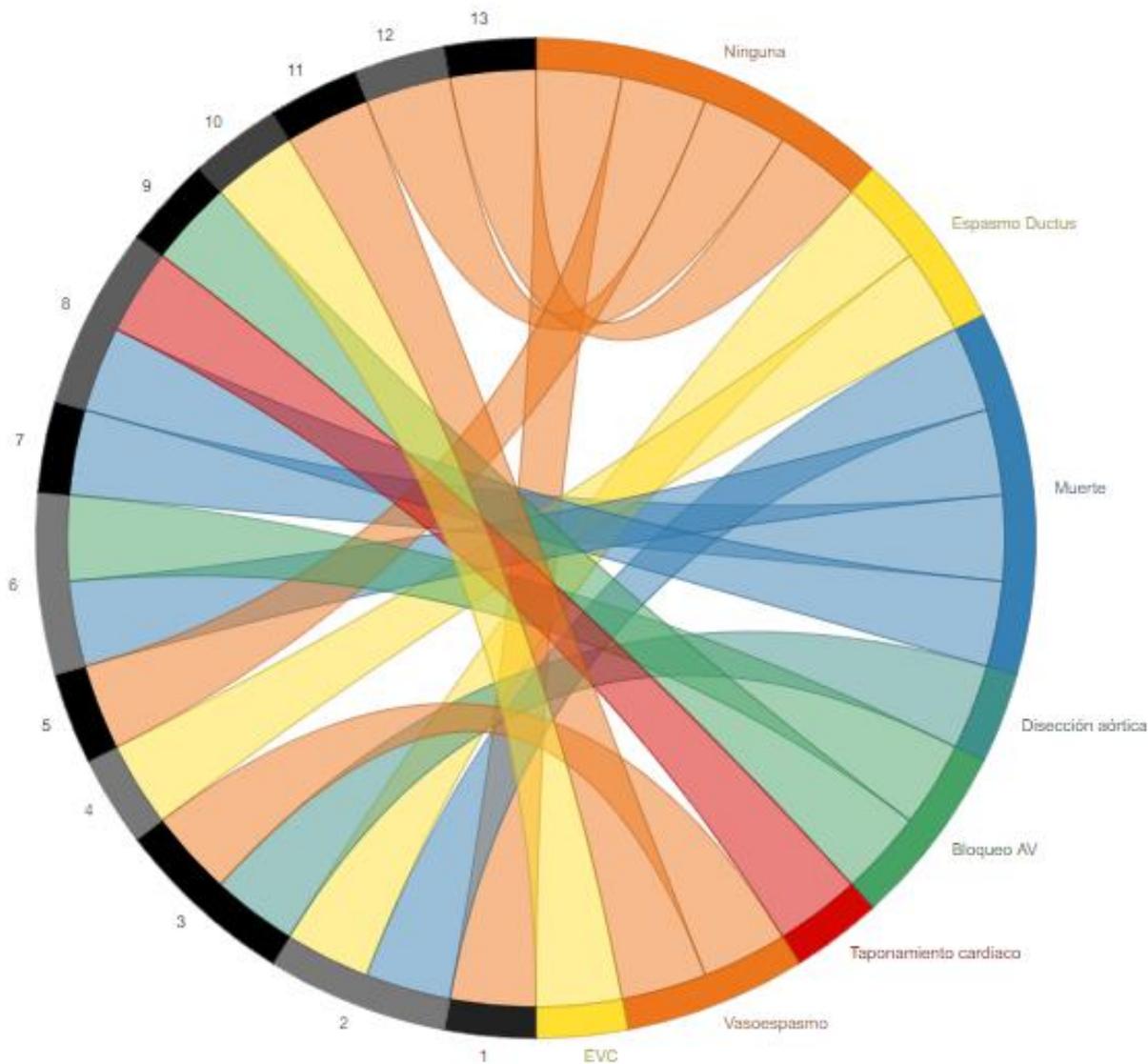
DSV = Defectos septal ventricular; PCA = Persistencia conducto arterioso; AV = atrioventricular; DSVD = Doble salida ventrículo derecho; OP = operado.

Fuente: Base de datos SPSS 21.0

Responsable. Fabián Merchán B.

Entre los pacientes que presentaron complicaciones asociadas al acceso vascular supra aórtico, 2 presentaron vasoespasmo, 1 disección aórtica, 1 presentó Evento cerebro vascular (EVC), 4 pacientes murieron, 4 pacientes no presentaron ninguna complicación, 2 pacientes presentaron Bloqueo AV (atrioventricular), 1 paciente presentó taponamiento cardiaco.

Fig.1



Fuente: Base de datos SPSS 21.0

Responsable: Fabián Merchán B

Discusión

El cateterismo cardiaco de manera convencional utiliza el acceso femoral, tanto en procedimientos diagnósticos como intervencionistas.

En nuestro estudio presentamos una serie de casos que se han realizado a partir del 2017, con un total de 13 procedimientos. Teniendo en cuenta, que la primera serie de casos con acceso percutáneo carotideo fue presentada por Justino y colaboradores en 2016 y que contó con 47 procedimientos a lo largo de 8 años, esperamos continuar con el abordaje en los casos seleccionados y poder completar una serie con un número similar de participantes en los años venideros. (Justino)

En las diferentes series de casos se reporta una mediana de edad de los participantes alrededor de 20 días, con un peso que bordea la mediana de 3 kg. En nuestra revisión presentamos datos similares con una mediana de edad de 14 días (rango 5 – 394 días). Este rango amplio esta influenciado por un caso aislado que conforma el estudio y acudió a nuestra institución de manera tardía, después de su primer año de vida, siendo portador de una cardiopatía congénita compleja cianógena, acudiendo muy desaturado, pero fue posible la realización de un cateterismo intervencionista exitoso con colocación de stent y mejoría marcada de la saturación.

En relación con el peso nuestra serie informa una mediana de 3.1 Kg con un rango de 2.2 kg el menor y el mayor de 9.3 Kg. Datos interesantes, ya que podremos ver posteriormente que la mortalidad tiene relación inversa con el peso y edad, pero que, al tener pocos casos, los datos deberán ser apoyadas con series de casos más grandes.

El 100% (13) de los procedimientos fueron realizados con el objetivo de intervención, el mayor número, 9 (69%) intervenciones tuvieron como objetivo colocar stent en el ductus, seguido por un caso de trombólisis mecánica y farmacológica directa, un caso de remoción de cuerpo extraño embolizado, un caso de angioplastia con balón y colocación de stents en deflectores, y por último un caso de angioplastia con balón de stent en conducto arterioso y dilatación de stent aórtico.

El diagnóstico principal fue Atresia pulmonar con defecto septal ventricular y ductus permeable, representado por 8 casos (62%), seguido de otras cardiopatías de hipo flujo pulmonar como Atresia pulmonar con septum integro y atresia tricúspidea IB con un caso cada entidad, similar a las demás series observadas. Además, se realizó intervención en un paciente con diagnóstico de Discordancia atrioventricular con doble vía de salida de ventrículo derecho intervenido de corrección fisiológica tipo Mustard, quien presentó obstrucción de los deflectores y amerito angioplastia con colocación de stents de manera exitosa aumentando el diámetro de los de los baffles. Los procedimientos de hemodinamia no se limitan únicamente a intervención en patologías cardiacas, en esta serie, se incluye un paciente que se fracturó un catéter umbilical y retuvo el cuerpo extraño, siendo retirado de manera exitosa por abordaje carotideo derecho y un caso de trombólisis por trombosis de aorta abdominal.

En la serie de 13 pacientes se utilizó catéteres entre 4 y 6 Fr, principalmente se usó catéteres con tamaño 5 Fr (61.5%). No olvidemos que el acceso carotideo en neonatos tiene mayor diámetro que los femorales y permite alojar una vaina y un catéter de mayor diámetro. De los 10 pacientes en quienes se intentó colocación de stent ya sea en el conducto arterioso (9) o en los deflectores (1), se logró realizar dicha colocación en 9 (90%), en un caso no se logró colocación de stent al tener un conducto arterioso tortuoso grado III que presento espasmo al momento de canalizarlo y pasó de manera inmediata a cirugía donde se realizó fistula sistémico pulmonar y al momento se encuentra en seguimiento.

El acceso en 5 de los casos (38.5%) se realizó por arteria axilar izquierda, seguida por un acceso axilar derecho en 4 pacientes (30.7%), 2 (15.4%) por carótida izquierda y 2 (15.4%) por carótida derecha. Recordemos que estos accesos también son indicados en pacientes con accesos limitados ya sea por procedimientos previos o lesiones vasculares.

Dentro de las complicaciones secundarias al acceso vascular en 2 casos se presentó una complicación menor, vasoespasmo, que al seguimiento se verificó clínicamente y por imagen, ultrasonido doppler, adecuada permeabilidad vascular. Un 1 caso presentó

disección aortica que ameritó colocación de stent en aorta descendente como manejo de urgencia, logrando adecuado adosamiento, sin disminución del calibre de la luz aórtica y sin generar gradiente obstructivo, se mantiene en seguimiento y ameritó al año del procedimiento una redilatación del stent, este mismo paciente presentó secuela neurológica secundario a isquemia cerebral, el resto de los pacientes no presentaron complicaciones importantes.

En las revisiones se reportan complicaciones menores, pero no se reporta secuelas neurológicas, y por este motivo se cataloga como un acceso factible y seguro. La complicación mayor observada en el caso de nuestro estudio podría verse determinada por varios factores; el paciente es portador de una heterotaxia variedad asplenia, síndrome de mal pronóstico, con una mortalidad elevada hasta 85%, si a esto le sumamos, que fue el tercer caso realizado de la serie presentada, donde la curva de aprendizaje del operador estaba iniciando y no es la misma actualmente, además la morfología del conducto presentaba un índice de tortuosidad III y las ramas pulmonares eran muy hipoplásicas, sobre todo la derecha con un Z score -4.3, el resultado es un procedimiento de alta dificultad técnica, pero a la vez la única y mejor opción de tratamiento paliativo en estos casos. Cabe también mencionar que tras la retirada de las vainas se logró hemostasia con compresión manual y no fue necesario en ningún caso reparo quirúrgico.

En el estudio también se valoran los resultados del procedimiento intervencionista y llama la atención que se presentan 4 casos de muerte relacionados al procedimiento, mas no, al acceso. Cabe detenerse y analizar brevemente estos casos, 3 pacientes previo al cateterismo, se encontraban hospitalizados en áreas críticas, hemodinámicamente inestables con apoyo aminérgico y ventilación mecánica invasiva, en la que se realizo un procedimiento como última opción al tratamiento, explicando la alta tasa de complicación y mortalidad que resulta en estos casos. Además un caso igualmente presento índice de tortuosidad del conducto tipo III, y el segundo paciente presentaba Síndrome de Down con asociación VACTERL, malformación anorrectal, portador de atresia esofágica no reparada que durante la ventilación asistida en el intervencionismo generó distención abdominal, además que durante el procedimiento se intentó perforar la válvula pulmonar y presento perforación y taponamiento, estas 2 condiciones sumadas, resultaron en un desenlace

fatal del paciente, a pesar del adecuado manejo de las complicaciones con punción pericárdica, drenaje y realización de gastrostomía de urgencia.

Conclusiones

El acceso supra aórtico es la única opción para lograr un abordaje de manera exitosa del conducto en las cardiopatías ductus dependientes, que presentan un conducto de morfología compleja, tortuoso y que generalmente nace cerca de la subclavia o desde el istmo aórtico y que presenta trayecto recto hacia las ramas pulmonares.

Las complicaciones que se relacionaron con el acceso supra aórtico se vieron en 2 pacientes las cuales fueron: vasoespasmo como complicación menor y disección de aorta e isquemia cerebral como complicación mayor. El resto de los pacientes no tuvo complicación relacionada al acceso vascular supra aórtico.

Esta corte de casos es incipiente, y es necesario mas estudios para valorar resultados reproducibles. Además, algunas complicaciones observadas pueden deberse a la curva de aprendizaje de los operadores, con la experiencia actual esperamos reducir las complicaciones y tener mayor cantidad de procedimientos exitosos.

Limitaciones

Al tratarse de un estudio retrospectivo de revisión de expedientes, nos guiamos por la información registrada en ellos, teniendo como limitante la calidad de datos obtenidos.

Se necesita además una serie mas grande de casos para poder llegar a conclusiones con un peso científico adecuado. El estudio esta conformado en su mayoría por pacientes con síndrome de heterotaxia visceral, que son pacientes con cardiopatías complejas, con mal pronóstico, que pueden generar un sesgo de selección, además en este sentido para comparar publicaciones y emitir resultados concretos, deberíamos abarcar otros cuadros patológicos en los que se realiza abordaje supra aórtico como estenosis critica del recién nacido, coartación aortica, dilatación o colocación de stent en fistulas sistémico pulmonares.

Deberíamos también realizar un estudio comparativo entre el abordaje clásico por vía femoral, con el acceso supra aórtico y comparar los resultados obtenidos. Nuestro estudio debería complementarse con otras variables como el tiempo transcurrido hasta la inserción de la vaina, tiempo de anestesia, tiempo de duración del procedimiento, tiempo hasta lograr hemostasia, tiempo de fluoroscopia, seguimiento estandarizado para realización de exámenes de imagen o valoraciones clínicas.

Referencias

1. Allen, H., 2016. *Moss and Adams' heart disease in infants, children, and adolescents*. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, pp.843 - 890.
2. Gabriel, F., and Diaz, G., 2017. *Cardiología Pediátrica*. 2nd ed. Bogotá: Distribuna, pp.279 - 315.
3. Justino H, Petit CJ. Percutaneous Common Carotid Artery Access for Pediatric Interventional Cardiac Catheterization. *Circ Cardiovasc Interv*. 2016 Apr;9(4):e003003. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003003. PMID: 26984925.
4. Holly Bauser-Heaton ¹, Athar M Qureshi ², Bryan H. Goldstein ³, Andrew C. Glatz ⁴, George T Nicholson ⁵, Jeffrey J Meadows ⁶, John S Depaolo ⁴, Varun Aggarwal ², Courtney E McCracken ¹, Emad B Mossad ², Elizabeth C Wilson ⁷, Christopher J Petit ¹
5. Bauser-Heaton H, Qureshi AM, Goldstein BH, Glatz AC, Nicholson GT, Meadows JJ, Depaolo JS, Aggarwal V, McCracken CE, Mossad EB, Wilson EC, Petit CJ. Use of carotid and axillary artery approach for stenting the patent ductus arteriosus in infants with ductal-dependent pulmonary blood flow: A multicenter study from the congenital catheterization research collaborative. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020 Mar 1;95(4):726-733. doi: 10.1002/ccd.28631. Epub 2019 Dec 9. PMID: 31815357.
6. Choudhry S, Balzer D, Murphy J, Nicolas R, Shahanavaz S. Percutaneous carotid artery access in infants < 3 months of age. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016 Mar;87(4):757-61. doi: 10.1002/ccd.26310. Epub 2015 Dec 23. PMID: 26697954.

7. Glatz AC, Shah SS, McCarthy AL, Geisser D, Daniels K, Xie D, Hanna BD, Grundmeier RW, Gillespie MJ, Rome JJ. Prevalence of and risk factors for acute occlusive arterial injury following pediatric cardiac catheterization: a large single-center cohort study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013 Sep 1;82(3):454-62. doi: 10.1002/ccd.24737. Epub 2013 Feb 21. PMID: 23436592.
8. Davenport JJ, Lam L, Whalen-Glass R, Nykanen DG, Burke RP, Hannan R, Zahn EM. The successful use of alternative routes of vascular access for performing pediatric interventional cardiac catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008 Sep 1;72(3):392-398. doi: 10.1002/ccd.21621. PMID: 18727116
9. Mostefa-Kara M, Villemain O, Szezepanski I, Boudjemline Y. Cardiac catheterisation in infants weighing less than 2500 grams. *Cardiol Young.* 2019 May;29(5):689-694. doi: 10.1017/S1047951119000945. Epub 2019 May 28. PMID: 31133083.
10. Ligon RA, Ooi YK, Kim DW, Vincent RN, Petit CJ. Intervention on Surgical Systemic-to-Pulmonary Artery Shunts: Carotid Versus Femoral Access. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017 Sep 11;10(17):1738-1744. doi: 10.1016/j.jcin.2017.05.023. Epub 2017 Aug 16. PMID: 28823774.
11. Polat TB. Stenting the vertical ductus arteriosus via axillary artery access using "wire-target" technique. *Congenit Heart Dis.* 2017 Dec;12(6):800-807. doi: 10.1111/chd.12512. Epub 2017 Jul 9. PMID: 28691263.
12. Robinson BV, Brzezinska-Rajszyk G, Weber HS, Ksiazek J, Fricker FJ, Fischer DR, Etedgui JA. Balloon aortic valvotomy through a carotid cutdown in infants with severe aortic stenosis: results of the multi-centric registry.

- Cardiol Young. 2000 May;10(3):225-32. doi: 10.1017/s104795110000915x. PMID: 10824903.
13. Patel S, Saini AP, Nair A, Weber HS. Transcarotid balloon valvuloplasty in neonates and small infants with critical aortic valve stenosis utilizing continuous transesophageal echocardiographic guidance: A 22 year single center experience from the cath lab to the bedside. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015 Nov;86(5):821-7. doi: 10.1002/ccd.26036. Epub 2015 May 27. PMID: 26013053.
14. Breatnach CR, Aggarwal V, Al-Alawi K, McMahon CJ, Franklin O, Prendiville T, Oslizlok P, Walsh K, Qureshi AM, Kenny D. Percutaneous axillary artery approach for ductal stenting in critical right ventricular outflow tract lesions in the neonatal period. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019 Jun 1;93(7):1329-1335. doi: 10.1002/ccd.28302. Epub 2019 Apr 24. PMID: 31020799.
15. Alsawah, G., Elmarsafawy, H., Hafez, M. y Rakha, S. (2021). Evaluación del acceso a la arteria carótida en comparación con el acceso a la arteria femoral en la implantación de un stent percutáneo neonatal en el conducto arterioso. *Cardiología en la juventud*, 1-7. doi: 10.1017 / S1047951121000469
16. Lee J, Ratnayaka K, Moore J, El-Said H. Stenting the vertical neonatal ductus arteriosus via the percutaneous axillary approach. *Congenit Heart Dis.* 2019 Sep;14(5):791-796. doi: 10.1111/chd.12786. Epub 2019 May 13. PMID: 31083775.
17. Gasparella M, Milanesi O, Biffanti R, Cerruti A, Sabatti M, Gamba PG, Zanon GF. Carotid artery approach as an alternative to femoral access for balloon

dilation of aortic valve stenosis in neonates and infants. *J Vasc Access*.
2003;4:146–149.