



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE SUBESPECIALISTA EN:
CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

TÍTULO DE LA TESIS:

**MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES
CON FISIOLÓGIA UNIVENTRICULAR, SOMETIDOS A
CIRUGÍA PALIATIVA DE FONTAN, MEDIANTE PRUEBA DE
ESFUERZO Y CAMINATA DE 6 MINUTOS EN EL INSTITUTO
NACIONAL DE PEDIATRÍA DEL AÑO 2020**

PRESENTA:

DRA. YANIRA AIMÉE GAVIDIA CARRANZA

TUTORES DE TESIS:

DR. CARLOS GONZÁLEZ - REBELES GUERRERO

DR. MOISÉS MIER MARTÍNEZ



Ciudad de México 2022



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.

DIRECTOR GENERAL:

Dr. Alejandro Serrano Sierra
Instituto Nacional Pediatría

DIRECTOR DE ENSEÑANZA:

Dr. José Nicolás Reynés Manzur
Instituto Nacional Pediatría

JEFE DE SERVICIO DE CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA:

Dr. Alfredo Bobadilla Aguirre
Instituto Nacional Pediatría

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. Carlos González-Rebeles Gerrero
Médico adscrito al servicio de electrofisiología pediátrica
Instituto Nacional Pediatría

Dr. Moisés Mier Martínez
Médico adscrito al servicio de ecocardiografía pediátrica
Instituto Nacional Pediatría

TESISTA:

Dra. Yanira Aimée Gavidia Carranza
Residente de Cardiología Pediátrica
Instituto Nacional Pediatría

Título de la tesis:

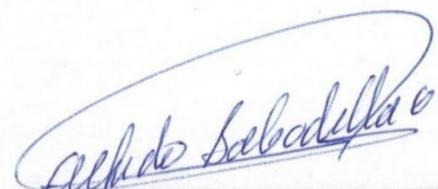
"MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES CON FISIOLÓGIA UNIVENTRICULAR, SOMETIDOS A CIRUGÍA PALIATIVA DE FONTAN, MEDIANTE PRUEBA DE ESFUERZO Y CAMINATA DE 6 MINUTOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA DEL AÑOS 2020"



DR. JOSE N. REYNES MANZUR
DIRECTOR DE ENSEÑANZA



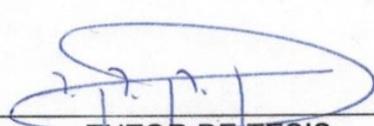
DR. MANUEL ENRIQUE FLORES LANDERO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DR. ALFREDO BOBADILLA AGUIRRE
PROFESOR TITUTAL DEL CURSO DE CARDIOLOGIA PEDIÁTRICA



TUTOR DE TESIS
DR. CARLOS GONZÁLEZ - REBELES GUERRERO



TUTOR DE TESIS
DR. MOISÉS MIER MARTINEZ

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos

Por haberme acompañado y apoyado aún a la distancia, este logro es suyo, no hubiera llegado hasta acá sin ustedes.

A Alejandro

Por ser mi apoyo incondicional, mi cómplice y por todo.

A mis maestros

Por haber sido una guía y ejemplo a seguir en estos dos años de estudio, siempre les estaré agradecida por su dedicación hacia nuestro aprendizaje.

A mis asesores

Por haber tenido la paciencia y dedicado el tiempo de su ocupada agenda, para ayudarme a transformar una idea en este trabajo que hoy presentamos.

A mis compañeros y amigos

Por haberse convertido en mi familia y un apoyo invaluable en este camino; ¡lo logramos!.

Contenido

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	6
Valoración de la capacidad funcional.....	8
Prueba de esfuerzo.....	9
Prueba de caminata de 6 minutos (PC6M)	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
OBJETIVO:	17
HIPOTESIS	18
DISEÑO	19
POBLACION	19
CRITERIOS DE SELECCION	19
DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES	21
MÉTODOS.....	30
CALCULO DE LA MUESTRA.....	30
ANALISIS ESTADÍSTICO	30
Estadística descriptiva:	30
Estadística analítica:	31
LIMITANTES DEL ESTUDIO	32
FINANCIAMIENTO	32
FACTIBILIDAD	32
CONFLICTOS DE INTERES.....	32
ASPECTOS ÉTICOS	32
RESULTADOS	33
Prueba de caminata de 6 minutos	33
Prueba de esfuerzo.....	50
DISCUSIÓN.....	56
CONCLUSIONES.....	63
CRONOGRAMA	65
CITAS BIBLIOGRÁFICAS	67

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

Corazones con fisiología univentricular y su paliación.

Dentro de las cardiopatías congénitas, se puede encontrar un subgrupo en el que el corazón de los pacientes funciona con un ventrículo predominantemente, lo que se conoce como fisiología univentricular (1), en estos casos el tratamiento que se ofrece consiste en una serie de cirugías paliativas, de las que el procedimiento final recibe el nombre de cirugía de Fontan (2) este se realizó por primera vez en 1968 por Francis Fontan en Francia (3) con el objetivo de llevar el drenaje de las venas cavas directamente a las arterias pulmonares, para separar la circulación pulmonar de la sistémica (4).

Epidemiología

Se estima que a nivel mundial para el 2018, habían entre 50,000 a 70,000 pacientes con cirugía de Fontan, de los cuáles el 60% eran menores de 18 años (1). Las cardiopatías con fisiología univentricular son aproximadamente el 7.7% de todas las cardiopatías, siendo más prevalentes en el sexo masculino (5). Posterior a la realización de la cirugía de Fontan se reporta una sobrevida libre de trasplante a los 5 años de 95%, y a los 10 años de 90%. (6)

Determinantes del gasto cardíaco en un paciente con cirugía de Fontan

En un paciente con un corazón sano, el gasto cardíaco está determinado por variables como la frecuencia cardíaca, la contractilidad del ventrículo, la precarga y la poscarga. Un incremento leve en la frecuencia cardíaca o en la contractilidad, o disminución en la poscarga llevarán a un incremento del gasto cardíaco, si se tiene una adecuada reserva de precarga. en condiciones como hemorragias agudas severas, deshidratación, estenosis mitral, hipertensión pulmonar y circulación de Fontan, en las que no se cuenta con una adecuada reserva de precarga, este modelo no es útil para describir los cambios del gasto cardíaco. (7) En los pacientes con cirugía de Fontan la vasculatura sistémica y la pulmonar se encuentran conectadas en serie, sin la presencia de una bomba pre- pulmonar que impulse el flujo de sangre hacia los pulmones (1), la impedancia pulmonar obstaculiza el retorno venoso a través de los capilares pulmonares, provocando congestión de la

porción previa del circuito y disminución del flujo posterior a este. Las limitaciones en la fisiología del circuito de Fontan se hacen más evidentes durante el ejercicio, en atletas con corazón sano, se incrementa significativamente el flujo pulmonar al disminuir las resistencias pulmonares a través de vasodilatación y reclutamiento de segmentos pulmonares, así como incremento del trabajo del ventrículo derecho; en los pacientes con Fontan no existe una bomba que incremente el flujo pulmonar, la reactividad de la vasculatura pulmonar y el reclutamiento se encuentra limitados o incluso ausentes. A pesar de esto, aproximadamente el 90% de los pacientes se mantienen en clase funcional I o II, y toleran la realización de actividades físicas de intensidad leve a moderada. (8)

El ventrículo único está sometido a demandas hemodinámicas anormales y alteraciones morfológicas desde el nacimiento, que pueden predisponer a disfunción sistólica o diastólica. Tanto los ventrículos únicos morfológicamente derechos como los izquierdos, cuentan con geometría alterada, además de modificaciones en los arreglos de las fibras miocárdicas que producen alteraciones en la mecánica de la contracción y alteración en la sincronía diastólica y sistólica.(1)

En los pacientes con cirugía de Fontan mientras se encuentran en reposo las alteraciones en la función cardíaca pueden no ser tan evidentes, en un estudio realizado por Senzaki y colaboradores, en el que compararon la respuesta a estimulación adrenérgica en pacientes con Fontan funcional y pacientes con circulación biventricular normal, encontraron que al incrementar la frecuencia cardíaca y la poscarga, notaban en el grupo de Fontan, una disminución del gasto cardíaco, respuesta inotrópica limitada y empeoramiento del llenado diastólico, lo que llevaba a una presión sistólica disminuida con elevación de la presión venosa central. Otro hallazgo reportado fue la marcada disminución de la reserva beta-adrenérgica, esto se atribuyó a una limitación en la precarga, más que a una reserva contráctil limitada.(9) En una revisión sistemática realizada por Udholm y colaboradores (10) que incluyó un total de 1664 pacientes adultos con cirugía de Fontan se encontró que los mejores predictores para muerte y trasplante cardíaco

fueron el consumo pico de oxígeno, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la ventilación oscilatoria durante el ejercicio.

Valoración de la capacidad funcional.

La capacidad funcional en un predictor independiente de morbilidad y mortalidad en los pacientes con fisiología univentricular. Su valoración es importante para obtener información sobre el estado del sistema cardiopulmonar, y los factores que pudieran comprometerlo (11). Se cuenta con escalas que se basan en síntomas clínicos referidos por el paciente o por sus cuidadores, la más conocida es la dictada por la asociación de cardiología de Nueva York (NYHA) (12), pero esta no es tan aplicable a la población pediátrica, por lo que se desarrolló la escala de Ross para falla cardíaca de Ross, y la escala de Ross modificada para lactantes(13). A continuación se detallan estas escalas.

Tabla 1. Clase funcional de acuerdo a NYHA y a escala de Ross modificada.

	NYHA	Escala de Ross modificada
Clase I	Asintomático	Asintomático
Clase II	Limitación leve a moderada de la actividad física	Taquipnea leve o diaforesis con alimentación en lactantes Disnea con ejercicio en niños mayores. Adecuada ganancia ponderal
Clase III	Limitación marcada de la actividad física	Marcada taquipnea o diaforesis con alimentación o ejercicio. Tiempos de alimentación prolongados.

		Ganancia ponderal alterada.
Clase IV	Síntomas en reposo	Síntomas en reposo con taquipnea, retracciones y diaforesis

(12,13)

La capacidad funcional puede ser medida de manera objetiva a través de las pruebas de esfuerzo y prueba de caminata de 6 minutos (PC6M). En el Instituto Nacional de Pediatría (INP), se inauguró el laboratorio de electrofisiología en noviembre del 2019, por lo que fue a partir del 2020 que se realizan con regularidad ambas pruebas, siguiendo protocolos específicos, previo a este hecho, a los pacientes de la clínica de pacientes con fisiología univentricular se les daba seguimiento mediante el interrogatorio, examen físico, y ecocardiograma. .

Prueba de esfuerzo

En los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas, puede encontrarse frecuentemente una capacidad funcional restringida, y esto puede ser resultado de la condición cardíaca primaria, su tratamiento o la hipoactividad (14). La prueba de esfuerzo se realiza para evaluar las reservas cardíacas y pulmonares, (15) provee información objetiva sobre la capacidad física, para identificar respuestas anormales al ejercicio, servir como guía para la toma de decisiones del tratamiento, evaluar la eficacia de las intervenciones médicas y quirúrgicas, valorar eventos adversos relacionados al ejercicio, definir límites de seguridad individuales, y para motivar a los pacientes para comprometerse con la práctica de actividad física. (14)(16)

Existen guías internacionales en las que se detalla el procedimiento a seguir, el equipo necesario, y las recomendaciones para realizar esta prueba de una manera adecuada y segura para el paciente. (15)

Protocolos de prueba de esfuerzo

Se describen varios protocolos para la realización de la prueba de esfuerzo, el protocolo que se seleccione dependerá del propósito de la prueba y de las

características del paciente, el criterio principal es que el protocolo le permita alcanzar al paciente el máximo de su tolerancia en $10 \pm$ minutos. (15)

Los protocolos generalmente incluyen un período inicial de calentamiento, seguido de incrementos progresivos en la carga de trabajo, con un tiempo adecuado entre cada nivel, y un período de recuperación posterior al esfuerzo máximo. Se pueden realizar en bicicleta estacionaria o en caminadora, estos últimos incluyen además inclinaciones progresivas de la banda, que incrementan el esfuerzo requerido en cada etapa. (17)

Categorías de los protocolos

- 1- Incrementos multietapas: cada 2 o 3 minutos.
- 2- Incrementos progresivos: cada minuto.
- 3- Carga de trabajo constante: 5 a 10 minutos.

La primera categoría son los más utilizados en el entorno clínico, principalmente porque la estimación del consumo de oxígeno se puede obtener de una manera relativamente fácil. Entre estos se encuentran los protocolos de Bruce y de Balke que se realizan en banda caminadora, y de James y McMaster que se realizan en bicicleta ergométrica.(15)

El protocolo de Bruce consiste en incrementos progresivos de velocidad e inclinación cada 3 minutos (18), su ventaja es que puede ser útil en casi todas las edades y pueden realizarse mediciones de consumo de oxígeno y gasto cardíaco. Sus desventajas son que en pacientes pequeños o con limitaciones físicas los incrementos en cada etapa pueden resultar demasiado grandes, esto también puede resultar demasiado largo y aburrido para los pacientes, la inclinación progresiva puede hacer que los pacientes se sujeten de los soportes laterales, y además los grandes incrementos entre cada etapa pueden limitar la medición de algunos datos (umbral anaeróbico). (15,19).

El protocolo de Bruce modificado tiene 2 etapas de calentamiento de tres minutos a 4.65 km/hora, 0° de inclinación y 4.65 km/hora, 5° de inclinación y es generalmente usado en individuos mayores o en aquellos cuya capacidad de ejercicio se

encuentra limitada por la enfermedad cardíaca. (20) En el Instituto Nacional de Pediatría (INP), se realiza el protocolo de Bruce modificado.

La Asociación Americana de Cardiología (AHA) recomienda realizar prueba de esfuerzo cada 2 a 3 años en pacientes en edad pediátrica, y en adolescentes cada 1 a 3 años. En el caso de los pacientes que no sean capaces de realizar una prueba de esfuerzo completa, la valoración puede incluir una prueba de caminata de 6 minutos. (1)

Pacientes con Fontan y la prueba de esfuerzo.

Härtel y colaboradores (21) llevaron a cabo un estudio en 21 pacientes adolescentes y adultos, en los que se había realizado cirugía de Fontan, realizando prueba de esfuerzo, y seguimiento de actividad física diaria durante 5 días, comparándoles con 20 controles para la edad, sexo e IMC de los pacientes, con el objetivo de determinar si se podía recomendar a los pacientes actividades físicas de mayor intensidad. Se realizaron pruebas de esfuerzo tanto en bicicleta ergométrica como en banda caminadora a todos los pacientes, el grupo de Fontan alcanzó el 63% de la capacidad funcional esperada. No hubo diferencia en la frecuencia cardíaca en reposo, entre ambos grupos, pero sí en la frecuencia cardíaca con el esfuerzo máximo siendo del 87.2 %, en los pacientes adolescentes, respecto a los controles sanos. Hedlund et. al. (22) evaluó los cambios en la frecuencia cardíaca durante la prueba de esfuerzo en 27 pacientes con Fontan, de 11 a 17 años de edad, comparados con 25 controles sanos, tanto la frecuencia cardíaca en el punto medio de la prueba como con el máximo esfuerzo, fueron significativamente menores en los pacientes. También se observó en este grupo una reducción en la oximetría de pulso con el esfuerzo máximo, los hallazgos se atribuyeron a la reducción en la habilidad para incrementar o mantener el volumen latido en frecuencias cardíacas mayores.

Pacientes con cirugía de Fontan y fenestración

Una de las modificaciones que se ha realizado a la técnica de Fontan es la fenestración, los potenciales beneficios más allá del período postoperatorio inmediato, incluyen reducción en la incidencia de enteropatía perdedora de

proteínas, bronquitis plástica, y disritmias. Los riesgos potenciales son cianosis y tromboembolismo. En cuanto a su efecto sobre el ejercicio se han realizado estudios como el de Loomba (23), en el que se compararon pacientes con Fontan, con y sin fenestración e individuos sanos como controles, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la presencia o ausencia de fenestra. Mientras que Wayne y colaboradores (24), realizó un estudio en pacientes pediátricos con Fontan y fenestración, realizando prueba de esfuerzo previo y posterior al cierre por cateterismo de la fenestra, encontrando mejoría en la saturación arterial y la capacidad aeróbica posterior al cierre.

Pacientes con arritmias

Ghosh y su equipo(25) realizaron un estudio retrospectivo en pacientes de edad pediátrica entre los que se incluyeron 27% con cardiopatías congénitas, con el objetivo de estudiar la prevalencia y factores predictores de arritmias para la prueba de esfuerzo, encontrando que el 28% de todos los participantes presentaron arritmia durante la prueba, siendo de importancia en el 3%. Idorn y colaboradores (26) estudiaron en pacientes con Fontan la prevalencia de arritmias e intolerancia al ejercicio, incluyendo tantos pacientes pediátricos como adultos, encontrando que en el grupo de mayores de 20 años había mayor prevalencia de arritmias (32%) y de intolerancia al ejercicio (85%).

Rydberg (27) reportó alteraciones del ST en pacientes pediátricos con Fontan, correlacionando dicho hallazgo con la clase funcional, definiendo como significativos cambios mayores a 0.20 mV, encontrando que los pacientes con clase funcional NYHA II o III presentaban diferencias estadísticamente significativas en la profundidad, duración y número de depresiones del ST.

Efectos de la altitud en los resultados de la prueba de esfuerzo

Takken y colaboradores (28), describieron los efectos de un incremento agudo de altitud (2500 m) en pacientes niños y adultos con fisiología de Fontan, comparados

con controles sanos, encontrando menor saturación a mayor altura en los pacientes con Fontan (-4.1% vs - 2.3, $p < 0.05$), pero aunque el incremento de altura agudo tiene efectos perjudiciales en la capacidad de ejercicio, el impacto en la respuesta pulmonar y hemodinámica, fue comparable entre los pacientes con Fontan y los controles sanos. Di Maria y colaboradores (29) por otro lado realizaron un estudio similar en pacientes que vivían a mayor altitud (1602 m), comparándose con controles sanos, encontrando disminución en el consumo de oxígeno comparado con los controles. Otro estudio realizado por Darst y colaboradores (30) compararon el desempeño en el ejercicio en pacientes con Fontan que vivían a nivel del mar comparado con pacientes que vivían a 1602 m, realizando comparaciones con controles sanos para ambas poblaciones, encontrándose que los pacientes que vivían a mayor altura presentaban impedimento en la capacidad para realizar ejercicio aeróbico comparados con los que vivían a nivel del mar. La reducción en la capacidad de ejercicio se asoció a una disminución del volumen latido, probablemente relacionada al incremento de la resistencia vascular pulmonar.

Prueba de caminata de 6 minutos (PC6M)

Esta prueba es una alternativa a los pacientes que no pueden realizar una prueba de esfuerzo completa, es segura, simple y de bajo costo, puede ser útil para evaluar la capacidad funcional, mediante la medición de la distancia, duración y saturación de oxígeno durante la actividad física, comparando los resultados con lo esperado para su edad.(1) Se correlaciona mejor que la prueba de esfuerzo con la capacidad para realizar actividades cotidianas.(11) (31).

La PC6M se realiza, de acuerdo a las guías de la Sociedad Americana del Tórax sobre una superficie plana, en una pista de 30 metros de longitud con 1 cono colocado en cada extremo del trayecto, tomando previo al inicio de la prueba la frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno por pulsioximetría, tensión arterial, y la percepción subjetiva de fatiga y disnea de acuerdo a la escala de Borg modificada. (32)

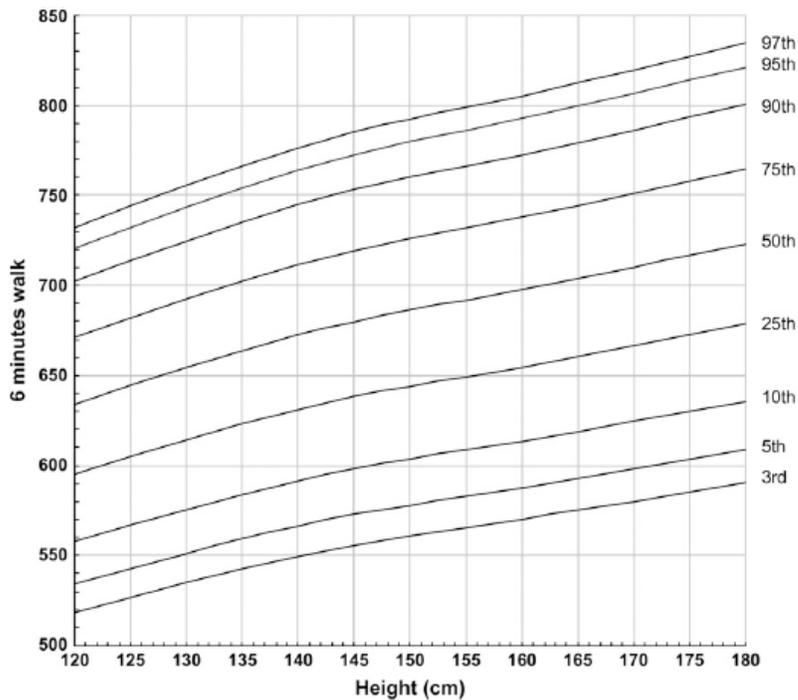
De los estudios que se han realizado en población pediátrica, Geiger y colaboradores (33) propone dos ecuaciones para estimar la distancia normal en la PC6M:

- En niños: Distancia por PC6M = $196.72 + (39.81 \times \text{Edad}) - (1.36 \times \text{Edad}^2) + 132.28 \times \text{altura}$.
- En niñas: Distancia por PC6M = $188.61 + (51.50 \times \text{Edad}) - (1.86 \times \text{Edad}^2) + 86.10 \cdot \text{altura}$

Se ha descrito, por Li et al. (31) curvas de referencia para la distancia por PC6M de acuerdo a la altura del paciente, aplicables para pacientes entre los 6 y 17 años.

Percentiles de referencia para pacientes pediátricos masculinos.

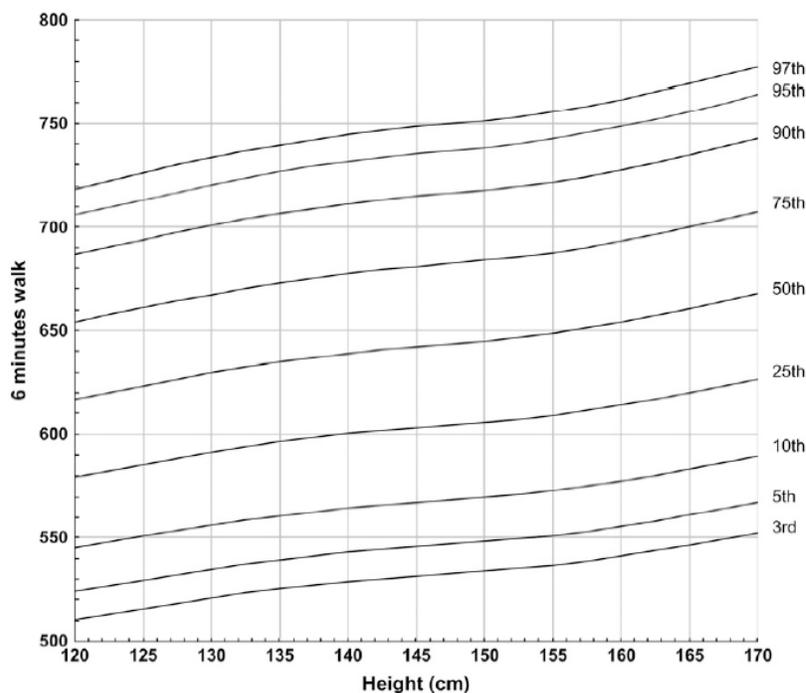
Figura 1.



Li, Yin, Au, et al.: 6MWT in Healthy Children 175

Percentiles de referencia para pacientes pediátricos femeninos.

Figura 2.



Li, Yin, Au, et al.: 6MWT in Healthy Children 175

Limsuwan (34) comparó ambos métodos en una población pediátrica en Tailandia, reportando una menor distancia por PC6M, respecto a la calculada por las fórmula propuesta por Geiger, y al compararla con las curvas de percentiles por altura, tanto niñas como niños se mantuvieron entre el percentil 10 y 25. Blanco y colaboradores (35) realizaron esta prueba en 370 niños mexicanos entre los 5 y 14 años de edad, encontrando que la distancia promedio recorrida fue de 545.68 m (± 120.55), y que la talla, edad y peso fueron los principales predictores de la distancia recorrida. Los estudios mencionados previamente han evaluado los resultados de esta prueba en población pediátrica sana, en diferentes países; en pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía de Fontan, entre los 6 y 16 años, Ampuero (11) realizó un estudio en 30 individuos, reportando una media de la distancia por PC6M de 551.3 m, 84 % de la distancia reportada para población pediátrica sana comparable, encontrando que la talla, tensión arterial sistólica previa a la prueba, y saturación de oxígeno en reposo tenían una asociación significativa con la distancia recorrida.

Al realizar la búsqueda bibliográfica no se encontraron estudios en pacientes pediátricos con cirugía de Fontan que incluyeran tanto la prueba de esfuerzo como la prueba de caminata de 6 minutos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sobrevida en los pacientes con fisiología univentricular ha mejorado mucho en los últimos años con los avances en el procedimiento quirúrgico los cuidados postquirúrgicos, sin embargo, la calidad de vida no se ha modificado de manera paralela. Uno de los parámetros directamente relacionados con la mortalidad y morbilidad en estos pacientes es la capacidad funcional, para definirla se cuentan con escalas clínicas, sin embargo esto no constituye una medición objetiva, ya que depende de la percepción del paciente o de sus tutores legales. Con el objetivo de poder cuantificar de una manera más exacta el desempeño físico de los pacientes, se han desarrollado pruebas de esfuerzo, con diversos protocolos, entre ellos, el más utilizado en la población que nos compete, es el de Bruce modificado, además se cuenta con una prueba de caminata de 6 minutos, la cual se puede aplicar en pacientes que no estén en condiciones de completar una prueba de esfuerzo, y que además se correlaciona con el desempeño en las actividades cotidianas, se cuenta con varios estudios que validan su uso en población adulta, el número se reduce al realizar la misma búsqueda en la población pediátrica, llegando a ser escaso en la población con fisiología univentricular y pediátrica. Por todo lo anterior considero que es un estudio que podría mejorar la comprensión, de la compleja fisiopatología en estos pacientes, con la idea de que este conocimiento pueda servir de base para mejorar la atención y eventualmente la calidad de vida en esta población.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la capacidad funcional de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, medida mediante prueba de esfuerzo y caminata de 6 minutos, realizadas en el Instituto Nacional de Pediatría en el año 2020?

JUSTIFICACIÓN

En el Instituto Nacional de pediatría se cuenta con una clínica de pacientes con fisiología univentricular, actualmente se les da seguimiento de acuerdo a lo revisado en guías de recomendación internacionales. Entre los varios aspectos que se evalúan se encuentra la capacidad funcional de los pacientes, un aspecto, que cómo se ha mencionado previamente, aún no se ha estudiado en nuestra población, y del que no se tienen parámetros establecidos de normalidad.

El contar con los resultados de la población del instituto, servirá para establecer la capacidad funcional base de estos pacientes además de identificar factores determinantes potenciales, para lograr un mayor aprovechamiento de estas pruebas, esto también ayudará a lograr detección temprana de alteraciones, y tratamiento oportuno de acuerdo a los hallazgos. De los resultados se espera, que sirvan de guía para considerar y estudiar otros manejos, en aras de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

OBJETIVO:

1. Objetivo general.

Determinar la capacidad funcional de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, medida mediante prueba de esfuerzo y caminata de 6 minutos realizadas en el Instituto Nacional de Pediatría en el año 2020.

2. Objetivos específicos.

- Medir la capacidad funcional de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, mediante los resultados reportados en la prueba de esfuerzo por medio de protocolo de BRUCE modificado.
- Comparar la distancia recorrida reportada en los resultados de la prueba de caminata de 6 minutos, con la esperada para la edad de acuerdo a las fórmulas sugeridas, de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan.

- Enumerar las principales variables reportadas en la prueba de esfuerzo de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan.
- Enumerar las principales variables reportadas en la prueba de caminata de 6 minutos de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan.
- Buscar asociaciones entre las variables, a través de comparación de diferencia de medias, en caso de encontrar una distribución normal de los datos, entre los grupos con ventrículo derecho dominante y ventrículo izquierdo dominante.

3. Objetivos secundarios.

Describir las características sociodemográficas de la población estudiada.

HIPOTESIS

Hipótesis alternativa:

La capacidad funcional de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, medida mediante prueba de esfuerzo se encontrará disminuida en comparación con los valores reportados como normales en la literatura.

La distancia medida por prueba de caminata de 6 minutos, de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, será menor a la reportada como normal para la edad en la literatura.

Hipótesis nula:

La capacidad funcional de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, medida mediante prueba de esfuerzo se encontrará sin alteraciones en comparación con los valores reportados como normales en la literatura.

La distancia medida por prueba de caminata de 6 minutos, de los pacientes con fisiología univentricular, sometidos a cirugía paliativa de Fontan, será igual a la reportada como normal en la literatura.

DISEÑO

Estudio transversal analítico

- Según la intervención: Observacional.
- Según la dirección: Retrospectivo.
- Según el seguimiento: Transversal.
- Según la fuente de datos: Retrolectivo.
- Según el análisis: analítico comparativo.
- Según la muestra usada: heterodémico.
- Según el muestreo usado: no probabilístico.
- Según la asignación: no probabilístico.
- Según la medición: abierta.

POBLACION

Población objetivo: Pacientes a los que se les haya realizado cirugía de Fontan, de cualquier edad y sexo, que cuenten con reporte de prueba de esfuerzo y caminata de 6 minutos posterior a realización de cirugía de Fontan, en el período comprendido de enero a Diciembre 2020.

Población elegible: Pacientes del Instituto Nacional de Pediatría a los que se les haya realizado cirugía de Fontan, de 6 años a 17 años 11 meses de edad, de cualquier sexo, que cuenten con reporte de prueba de esfuerzo y caminata de 6 minutos posterior a realización de cirugía de Fontan, en el período comprendido de enero a Diciembre 2020.

CRITERIOS DE SELECCION

Criterios de inclusión

- Expedientes de pacientes del Instituto Nacional de Pediatría a los que se les haya realizado cirugía de Fontan, de cualquier edad y sexo.

- Expedientes de pacientes del Instituto Nacional de Pediatría, que cuenten con reporte de prueba de esfuerzo y caminata de 6 minutos posterior a realización de cirugía de Fontan, en el período comprendido de enero a Diciembre 2020.

Criterios de exclusión

- Expedientes que no cuenten con información completa y de los que no se puedan obtener las variables planteadas en este protocolo.
- Expedientes de pacientes que requerían oxígeno permanente en el momento de realización de las pruebas.
- Expedientes de pacientes con condiciones neurológicas u ortopédicas que restringían su movilidad.

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

Tabla 2. Definición operacional de las variables.

VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	CATEGORÍA Y TIPO DE VARIABLE	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN Y CODIFICACIÓN
EDAD	Unidad de medición en orden cronológico en unidad de tiempo desde el nacimiento.	Unidad de medición en orden cronológico en años desde el nacimiento hasta la fecha de realización de la prueba de esfuerzo o caminata, dividido en categorías	Independiente Cualitativa nominal dicotómica	Años reportados en expediente	Años 1. De 6 a 11 años 2. De 12 a 17 años
SEXO	Características fenotípicas que distinguen al hombre y la mujer.	Sexo biológico: Femenino y masculino	Independiente Cualitativa Nominal dicotómica	Sexo reportado en expediente	Sexo biológico. 1. Femenino 2. masculino
LUGAR DE RESIDENCIA	Lugar geográfico en el que se encuentra la residencia del paciente	Nombre del estado de residencia en México, en caso de residir en el extranjero, se especificará ciudad y país	Independiente Cualitativa nominal politómica	Nombre del estado de residencia en México, reportado en el expediente	Nombre del estado

IMC	Índice de masa corporal, calculado mediante el peso en Kg, dividido por la altura al cuadrado.	Unidad de medición de la masa corporal	Independiente Cuantitativa Discreta	IMC reportado en expediente	Kg/m2.
TALLA	Estatura o altura del paciente, en unidad de distancia.	Unidad de medición en cms.	Independiente Cuantitativa Continua	Estatura reportada en expediente	Cm
VARIABLES CARDIOLÓGICAS Y QUIRÚRGICAS					
DIAGNÓSTICO CARDIOLÓGICO DE BASE	Cardiopatía congénita estructural	Cardiopatía estructural documentada en el expediente del paciente como diagnóstico de base, dividido en categoría de acuerdo a la morfología ventricular predominante	Independiente Cualitativa nominal politómica	Cardiopatía reportada en expediente	Cardiopatía dividida en categorías. 0.Univentricular derecho. 1.Univentricular izquierdo. 2.2 Ventrículos útiles
EDAD DE REALIZACIÓN DE CIRUGÍA DE FONTAN	Edad en meses a la que se le realizó al paciente la cirugía de Fontan	Edad reportada en el expediente a la que se le realizó la cirugía de Fontan	Independiente Cuantitativa Discreta	Edad reportada en el expediente al día que se le	Meses

				realizó la cirugía de Fontan	
AÑOS DESDE LA REALIZACIÓN DE CIRUGÍA DE FONTAN	Tiempo en meses desde que se realizó la cirugía hasta la realización de la prueba de esfuerzo y de caminata	Tiempo en meses reportado en el expediente desde que se realizó la cirugía hasta la realización de la prueba de esfuerzo y de caminata	Independiente Cuantitativa Discreta	Tiempo en meses reportado en el expediente al día que se realizaron la prueba de esfuerzo y de caminata	Meses
TIPO DE FONTAN	Tipo de cirugía realizada para la derivación cavopulmonar total	Tipo de cirugía reportada en el expediente para la derivación cavopulmonar total	Independiente Cualitativa Nominal Dicotómica	Tipo de cirugía reportada en el expediente	Cirugía dividida en categorías: 1- Fontan intracardiaco 2- Fontan extracardiaco
MARCAPASOS	Presencia de marcapasos permanente en el paciente	Reporte en expediente si es portador de marcapasos permanente	Independiente Cualitativa Nominal Dicotómica	Presencia de marcapasos reportada en el expediente	Presencia de marcapasos 1- Sí 2- No
ARRITMIAS	Presencia de alteraciones del ritmo en el paciente	Reporte en expediente sobre diagnóstico de arritmias previo a la realización de las pruebas	Independiente Cualitativa Nominal Dicotómica	Reporte en expediente sobre diagnóstico de arritmias	Presencia de arritmias 1- Sí 2- No

TRATAMIENTO CON BETABLOQUEADORES	Uso de fármacos betabloqueadores por el paciente	Reporte en expediente del uso de fármacos betabloqueadores	Independiente Cualitativa Nominal Dicotómica	Reporte en expediente del uso de betabloqueadores	Uso de betabloqueadores 1- Sí 2- No
RITMO BASAL	Ritmo del paciente previo a la realización de las pruebas	Reporte en expediente del ritmo basal del paciente previo a la realización de las pruebas	Independiente Cualitativa Nominal politómica	Reporte en expediente del ritmo de paciente	Ritmo dividido en categorías: 1- Ritmo sinusal. 2- Ritmo nodal 3- Otros
VARIABLES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO					
CLASE FUNCIONAL POR PRUEBA DE ESFUERZO	Clasificación de la capacidad funcional de un individuo de acuerdo a las actividades que tolera	Clase funcional de acuerdo a la NYHA, calculada por los METS reportados en la prueba de esfuerzo	Dependiente Cualitativa nominal politómica	Resultado de prueba de esfuerzo reportada en expediente en METS, correlacionado con las clases de acuerdo a NYHA	Clase funcional 1- Clase I 2- Clase II 3- Clase III 4- Clase IV
FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA	Valor numérico máximo de latidos por minuto	Valor numérico máximo de latidos por minuto reportados en la prueba de esfuerzo	Dependiente Numérica Discreta	Valor máximo de latidos por minuto reportado en expediente	Latidos por minuto

RESERVA DE FRECUENCIA CARDÍACA	Valor numérico de latidos por minuto que se obtiene de la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima y la reportada en reposo	Valor numérico de reserva cardíaca reportado en la prueba de esfuerzo	Dependiente Numérica Discreta	Valor numérico de reserva cardíaca reportada en expediente	Latidos por minuto
ARRITMIAS INDUCIDAS POR EL EJERCICIO	Alteraciones en el ritmo basal del paciente que se producen durante el ejercicio	Reporte de arritmias durante la prueba de esfuerzo	Dependiente Nominal Dicotómica	Reporte de arritmias durante la prueba de esfuerzo en expediente	Presencia de arritmias 1- Sí 2- No
OTROS CAMBIOS INDUCIDOS POR EL EJERCICIO	Alteraciones en trazo electrocardiográfico o distintas a las arritmias, que se producen durante el ejercicio	Reporte de alteraciones electrocardiográficas durante la prueba de esfuerzo	Dependiente Nominal Politómica	Reporte de alteraciones electrocardiográficas durante la prueba de esfuerzo en expediente	Alteraciones electrocardiográficas 1- prolongación de QT 2- Patrón de Brugada 3- Infradesnivel de ST o punto J 4- otros
CAMBIOS ISQUÉMICOS INDUCIDOS	Alteraciones electrocardiográficas sugerentes de isquemia miocárdica que se	Reporte de cambios isquémicos durante la prueba de esfuerzo	Dependiente Nominal Dicotómica	Reporte de cambios isquémicos durante la prueba de	Cambios isquémicos 1- Sí 2- No

POR EL EJERCICIO	producen durante el ejercicio			esfuerzo en expediente	
SATURACIÓN DE OXÍGENO EN REPOSO	Medida de saturación de oxígeno por oximetría de pulso en reposo	Reporte de saturación de oxígeno por oximetría de pulso en reposo	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de saturación de oxígeno por oximetría de pulso en reposo	Porcentaje
SATURACIÓN DE OXÍGENO CON ESFUERZO	Medida de saturación de oxígeno por oximetría de pulso con esfuerzo	Reporte de saturación de oxígeno por oximetría de pulso con esfuerzo	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de saturación de oxígeno por oximetría de pulso con esfuerzo	Porcentaje
SATURACIÓN DE OXÍGENO AL FINALIZAR LA PRUEBA	Medida de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba	Reporte de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba	Porcentaje
DIFERENCIA DE SATURACIÓN DE OXÍGENO ENTRE REPOSO Y ESFUERZO	Diferencia de las medidas de saturación de oxígeno por oximetría de pulso	Reporte de la diferencia de las medidas de saturación de oxígeno por	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de la diferencia de las medidas de saturación de	Porcentaje

	en reposo y con esfuerzo	oximetría de pulso en reposo y con esfuerzo		oxígeno por oximetría de pulso en reposo y con esfuerzo	
PRESIÓN ARTERIAL EN REPOSO	Medida de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg en reposo	Reporte de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg en reposo	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg en reposo	mmHg
PRESIÓN ARTERIAL CON ESFUERZO	Medida de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	Reporte de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	mmHg
PRESIÓN ARTERIAL AL FINALIZAR LA PRUEBA	Medida de presión arterial sistólica y diastólica al final de la prueba	Reporte de presión arterial sistólica y diastólica al final de la prueba	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	mmHg
DIFERENCIA DE PRESIÓN ARTERIAL	Diferencia de las medidas de presión arterial	Reporte de la diferencia de las medidas de presión	Dependiente Numérica	Reporte en expediente de presión arterial	mmHg

ENTRE REPOSO Y ESFUERZO	sistólica y diastólica en reposo y con esfuerzo	arterial sistólica y diastólica en reposo y con esfuerzo	Discreta	sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	
PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS					
DISTANCIA RECORRIDA EN PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS	Distancia recorrida, medida en metros durante la prueba de caminata de 6 minutos	Reporte de la distancia recorrida, medida en metros durante la prueba de caminata de 6 minutos	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de la distancia recorrida, medida en metros durante la prueba de caminata de 6 minutos	Metros
FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO	Valor numérico de latidos por minuto en reposo	Valor numérico de latidos por minuto reportados previo al inicio de la prueba de caminata de 6 minutos	Dependiente Numérica Discreta	Valor de latidos por minuto reportado en expediente previo al inicio de la prueba de caminata de 6 minutos	Latidos por minuto
FRECUENCIA CARDÍACA AL FINAL DE LA PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS	Valor numérico de latidos por minuto al final de la prueba de caminata de 6 minutos	Valor numérico de latidos por minuto reportados al final de la prueba de caminata de 6 minutos	Dependiente Numérica Discreta	Valor de latidos por minuto reportado en expediente al final de la	Latidos por minuto

				prueba caminata de 6 minutos	
SATURACIÓN DE OXÍGENO AL FINAL DE LA PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS	Medida de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba de caminata de 6 minutos	Reporte de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba de caminata de 6 minutos	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de saturación de oxígeno por oximetría de pulso al final de la prueba de caminata de 6 minutos	Porcentaje
PRESIÓN ARTERIAL AL FINAL DE LA PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS	Medida de presión arterial sistólica y diastólica al final de la prueba	Reporte de presión arterial sistólica y diastólica al final de la prueba	Dependiente Numérica Discreta	Reporte en expediente de presión arterial sistólica y diastólica en mmHg con esfuerzo	mmHg

MÉTODOS

Previa revisión sistemática de la literatura, y al obtener la aprobación del protocolo por el comité académico, se solicitará autorización en archivo clínico para realizar una revisión de los expedientes que cumplan los criterios de inclusión, los datos obtenidos se vaciarán en un instrumento de registro electrónico, que contenga las variables planteadas para luego transferir la información a una base de datos en Microsoft Excel ®. Posterior a la realización del análisis estadístico, se presentará el trabajo final en Microsoft Word ®

CALCULO DE LA MUESTRA

No se realizará el cálculo del tamaño de la muestra ya que se hará con base a un muestreo no probabilístico por conveniencia de casos consecutivos, y se incluirán a todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión durante el período señalado; la clínica de fisiología univentricular del Instituto Nacional de Pediatría, da seguimiento a 62 pacientes sometidos a cirugía paliativa de Fontan, la mayoría cumplen con seguimiento anual, por lo que se estima que al menos se obtendrán datos del 90% de estos pacientes, es decir aproximadamente 55 casos, para poder realizar el análisis planteado a continuación.

ANALISIS ESTADÍSTICO

Estadística descriptiva:

Para las variables cuantitativas:

- En caso de que se encuentre distribución normal se calcularán media y desviación estándar, se representarán por medio de un gráfico de media desviación.
- En caso de que la distribución no sea normal se calcularán mediana y rango intercuartílico, y se representarán mediante un gráfico de cajas y bigotes.

Para las variables cualitativas:

- Se calcularán frecuencias absolutas y relativas, se representarán por medio de un gráfico de barras.

Se utilizará el programa Microsoft Excel ®, para el cálculo de la estadística descriptiva, así como para la elaboración de gráficos estadísticos para la presentación de la información.

Estadística analítica:

Para realizar la correlación de las variables se tomarán en cuenta en cuanto al diagnóstico cardiológico 2 grupos: pacientes con ventrículo sistémico derecho y pacientes con ventrículo sistémico izquierdo, ya que los pacientes con 2 ventrículos funcionantes, de acuerdo a la bibliografía revisada representan la minoría de los casos, por lo que no será significativo para realizar el análisis estadístico.

En cuanto a la clase funcional reportada por prueba de esfuerzo, se agrupará en 2 grupos, grupo 1: pacientes que reporten clase funcional I o II, grupo 2: Clase funcional III o IV.

Todas las variables cuantitativas continuas se compararán entre los grupos de ventrículo sistémico izquierdo y ventrículo sistémico derecho, por medio de diferencia de medias, con prueba de T de Student en caso de contar con distribución normal, o en caso contrario, mediante pruebas no paramétricas.

Se utilizará el programa SPSS versión 11, para el procesamiento de la estadística analítica, si se encuentra una distribución normal de los datos, se buscarán asociaciones entre las variables mediante la prueba t de Student para las variables dicotómicas y ANOVA para las politómicas. En caso de no encontrar una distribución normal, para comparar las medianas de las variables cuantitativas que sean de 2 grupos se realizará una prueba U de Mann-Whitney, en el caso de las variables de 3 o más grupos se realizará prueba de Kruskal-Wallis. Para las variables cualitativas se realizará una prueba de chi- cuadrada.

En la tabla a continuación se detalla qué variables se correlacionarán y qué prueba estadística se utilizará para dicho fin.

LIMITANTES DEL ESTUDIO

El estudio se realizará únicamente con expedientes de pacientes del Instituto Nacional de Pediatría, por lo que sus resultados serán válidos únicamente para la población estudiada.

FINANCIAMIENTO

Para la realización de la búsqueda en la literatura, revisión de expedientes y análisis estadístico, no amerita la compra de equipo u otro material, por lo que no se incurrirán en gastos.

FACTIBILIDAD

El estudio que se quiere realizar es factible debido a que se cuenta con un adecuado volumen de pacientes a los que se les ha realizado cirugía de Fontan, y la realización de la prueba de esfuerzo y la prueba de caminata de 6 minutos es parte del seguimiento de estos pacientes desde el año 2020, por lo que deben encontrarse los reportes de dichas pruebas en los expedientes, que previa autorización del Comité Académico y Archivo Clínico, se encontrarán disponibles para su revisión.

CONFLICTOS DE INTERES

Declaramos que no existen conflictos de interés.

ASPECTOS ÉTICOS

Se realizará el presente estudio apegándose a la declaración de Helsinki, promoviendo y asegurando el respeto a todos los seres humanos, protegiendo su

salud y derechos individuales. La Ley General de Salud establece que deben utilizarse los datos con confidencialidad y con fines no lucrativos.

RESULTADOS

Prueba de caminata de 6 minutos

El análisis se realizó con la información de los expedientes de 18 pacientes de la clínica de fisiología univentricular del Instituto Nacional de Pediatría, que cumplieron con todos los criterios de inclusión.

El 55% de los pacientes eran del sexo masculino, 27.8% residían en la Ciudad de México, 50% de los pacientes provenían de una altitud mayor a 1500 msnm, la edad media de edad al momento de la cirugía fue de 67 meses \pm 18.75, al momento de la prueba fue de 128.17 \pm 42.62. Los resultados de las variables demográficas se muestran en las tablas 3 a 5.

Tabla 3. Distribución de pacientes por sexo.

<u>Sexo</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje(%)</u>
<u>Femenino</u>	<u>8</u>	<u>44.4</u>
<u>Masculino</u>	<u>10</u>	<u>55.6</u>
<u>Total</u>	<u>18</u>	<u>100</u>

Tabla 4. Distribución de pacientes por estado de procedencia.

<u>Estado de Procedencia</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje(%)</u>
<u>Campeche</u>	1	5.6
<u>Chiapas</u>	1	5.6
<u>CDMX</u>	5	27.8
<u>Edo Mex</u>	3	16.7
<u>Guerrero</u>	3	16.7
<u>Hidalgo</u>	1	5.6
<u>Jalisco</u>	1	5.6
<u>Morelos</u>	1	5.6
<u>Tabasco</u>	1	5.6
<u>Veracruz</u>	1	5.6
<u>Total</u>	18	100.0

CDMX= Ciudad de México, Edo Mex = Estado de México

Tabla 5. Características de los pacientes.

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
<i>Edad a la cirugía (meses)</i>	67.00	± 18.759
<i>Edad a la prueba (meses)</i>	128.17	± 42.626
<i>Peso actual (Kg)</i>	34.3722	± 12.62737
<i>Talla (m)</i>	1.3414	± 0.17949
<i>IMC (Kg/m²)</i>	18.4811	± 3.61004
<i>Meses cirugía- prueba</i>	61.17	± 36.992

Meses cirugía-prueba = Meses transcurridos desde la cirugía al momento de la prueba

Características del diagnóstico cardiológico de base y paliación realizada.

El 55.6% de los pacientes tenían ventrículo izquierdo dominante. Los diagnósticos de base más frecuentes fueron atresia tricuspídea IB y canal AV desbalanceado, ambos con 33.3% del total de pacientes. En el 100% de los pacientes se realizó cirugía de Fontan de tipo extracardiaco, 88.9% sin fenestra, ninguno de los pacientes era portador de marcapasos, sólo uno de los pacientes utilizaba betabloqueadores. 66.7% no presentaban arritmias, 77.8 % presentaban ritmo sinusal, 61.1% se reportaron con diagnóstico electrofisiológico de normal por holter previo a la realización de la prueba. Los datos de la población total se encuentran detallados en las tablas 6 a la 11.

Tabla 6. Distribución de los pacientes de acuerdo al ventrículo dominante.

<i>Ventrículo dominante</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
<i>Ventrículo derecho</i>	6	33.3
<i>Ventrículo izquierdo</i>	10	55.6
<i>Biventricular</i>	2	11.1
<i>Total</i>	18	100.0

Tabla 7. Diagnósticos de base de los pacientes.

<i>Diagnóstico</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
<i>Atresia tricúspidea IB</i>	6	33.33
<i>Canal AV</i>	6	33.33
<i>Atresia mitral, DSVD</i>	2	11.11

<i>DSVD</i>	2	11.11
<i>Atresia pulmonar</i>	2	11.11
<i>Total</i>	18	100.0

Canal AV = canal auriculoventricular, DSVD= Doble salida del ventrículo derecho.

Tabla 8. Realización de fenestra durante cirugía de Fontan.

<u><i>Fenestración</i></u>	<u><i>Frecuencia</i></u>	<u><i>Porcentaje (%)</i></u>
<i>No</i>	16	88.9
<i>Si</i>	2	11.1
<i>Total</i>	18	100.0

Tabla 9. Presencia de arritmias previo a realización de la prueba.

<u><i>Arritmias</i></u>	<u><i>Frecuencia</i></u>	<u><i>Porcentaje</i></u>
<i>Si</i>	6	33.3
<i>No</i>	12	66.7
<i>Total</i>	18	100.0

Tabla 10. Ritmo basal previo a realización de la prueba.

<u><i>Ritmo basal</i></u>	<u><i>Frecuencia</i></u>	<u><i>Porcentaje</i></u>
<i>Sinusal</i>	14	77.8
<i>MP migratorio</i>	1	5.6
<i>Atrial bajo</i>	2	11.1
<i>Otros</i>	1	5.6
<i>Total</i>	18	100.0

Sinusal = Ritmo sinusal, MP migratorio = Marcapasos migratorio, Atrial bajo= ritmo atrial bajo, Otros= otros ritmos.

Tabla 11. Diagnóstico electrofisiológico previo a la realización de la prueba.

<u><i>Diagnóstico electrofisiológico</i></u>	<u><i>Frecuencia</i></u>	<u><i>Porcentaje</i></u>
<i>Normal</i>	11	61.1
<i>MP migratorio</i>	2	11.1

<i>Bloqueo interatrial</i>	1	5.6
<i>QT largo</i>	1	5.6
<i>BAV</i>	1	5.6
<i>Doble NAV</i>	1	5.6
<i>DNS</i>	1	5.6
<i>Total</i>	18	100.0

MP migratorio= Marcapasos migratorio, BAV= bloqueo auriculoventricular, Doble NAV= Doble nodo auriculoventricular, DNS= Disfunción del nodo sinusal.

Resultados de la prueba de caminata de 6 minutos

La media de la distancia recorrida por los pacientes fue de 447.8 (± 63.12), para una media de la distancia esperada de 625.2 (± 50.79), alcanzando una media del porcentaje de la distancia esperada de 71.9 (± 10.87). El desglose de los resultados de la prueba se encuentra en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la prueba de caminata de 6 minutos.

	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
<i>Distancia recorrida (m)</i>	447.8889	± 63.12722
<i>Distancia esperada (m)</i>	626.2275	± 50.79661
<i>Distancia esperada (%)</i>	71.9240	± 10.87545
<i>FR en reposo (rpm)</i>	21.94	± 4.544
<i>FR posterior a la prueba (rpm)</i>	27.83	± 5.803
<i>FR posterior a 5 minutos (rpm)</i>	23.11	± 4.651
<i>FC en reposo (lpm)</i>	85.06	± 15.475
<i>FC posterior a la prueba (lpm)</i>	104.89	± 19.436
<i>FC posterior a 5 minutos (lpm)</i>	91.50	± 15.557
<i>Sat en reposo (%)</i>	92.00	± 3.464
<i>Sat posterior a la prueba (%)</i>	86.94	± 6.282
<i>Sat posterior a 5 minutos (%)</i>	90.22	± 5.526
<i>TAS en reposo (mmHg)</i>	97.28	± 7.411
<i>TAS posterior a la prueba (mmHg)</i>	106.78	± 9.620
<i>TAS posterior a 5 minutos (mmHg)</i>	97.33	± 8.395
<i>TAD en reposo (mmHg)</i>	69.94	± 7.765

TAD posterior a la prueba (mmHg)	73.78	± 7.871
TAD posterior a 5 minutos (mmHg)	71.22	± 6.320
Borg en reposo	0.000	± 0.000
Borg posterior a la prueba	0.750	± 0.7906
Borg a los 5 minutos	0.028	± 0.1179

FR = Frecuencia respiratoria, FC = Frecuencia cardíaca, Sat = saturación de oxígeno, TAS = Tensión arterial sistólica, TAD = Tensión arterial diastólica, Borg= Escala de Borg

Se realizó cruce de las variables categóricas con prueba de Chi cuadrada, encontrándose que no hubo diferencia significativas para los grupos de acuerdo al ventrículo dominante, para sexo, diagnóstico previo de arritmias, diagnóstico electrofisiológico, pero sí para el ritmo basal, encontrándose menor proporción de alteraciones del ritmo en los pacientes con ventrículo izquierdo dominante (10%), respecto a biventriculares (50%), y ventrículo derecho dominante (33.33%).

Tabla 13. Tabulación cruzada de ventrículo dominante y ritmo basal.

<u>Ritmo basal</u>	<u>Ventrículo dominante</u>			Total
	Ventrículo derecho	Ventrículo izquierdo	Biventricular	
<i>Sinusal</i>	4	9	1	14
<i>MP migratorio</i>	0	0	1	1
<i>Atrial bajo</i>	2	0	0	2
<i>otros</i>	0	1	0	1
<u>Total</u>	6	10	2	18

Chi-cuadrado de Pearson 0.039.

Se aplicaron pruebas de normalidad para las variables cuantitativas (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) y de acuerdo a los resultados se seleccionó la prueba T de Student para comparar las medias de las variables cuantitativas entre los pacientes con diagnóstico de arritmias y los que no tenían dicho diagnóstico. Encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia cardíaca en reposo, reportándose menor en los pacientes que tenían diagnóstico de arritmias (media de 73.5 lpm) comparada con el grupo sin arritmias con media de 90.83, p 0.020 diferencia que se mantiene en la frecuencia cardíaca posterior a la prueba (90.5,

112.08 respectivamente, p 0.021), y a los 5 minutos (81, 96.75, p 0.038). De igual forma se encontró diferencia significativa en los valores de tensión arterial sistólica a los 5 minutos, con una media mayor en el grupo de los pacientes con diagnóstico de arritmias (103.33 mmHg) comparado con los que no presentaban (94.33 mmHg), p 0.038. Se describen los resultados completos en la tabla 14.

Tabla 14. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo a la presencia o ausencia del diagnóstico de arritmia.

	<i>Arritmias</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>P*</i>
<i>Edad a la cirugía (meses)</i>	Si	70.83	± 25.087	0.556
	No	65.08	± 15.675	0.623
<i>Edad a la prueba (meses)</i>	Si	135.67	± 39.216	0.613
	No	124.42	± 45.420	0.597
<i>Peso actual (kg)</i>	Si	36.2167	± 11.36317	0.675
	No	33.4500	± 13.59957	0.657
<i>Talla (m)</i>	Si	1.3500	± 0.16075	0.891
	No	1.3371	± 0.19489	0.884
<i>IMC (Kg/m²)</i>	Si	19.6133	± 4.14984	0.362
	No	17.9150	± 3.35624	0.408
<i>Meses cirugía-prueba</i>	Si	64.83	± 20.837	0.776
	No	59.33	± 43.663	0.722
<i>Distancia recorrida (m)</i>	Si	443.0000	± 86.14871	0.824
	No	450.3333	± 52.58989	0.854
<i>Distancia esperada (m)</i>	Si	637.0451	± 42.39345	0.539
	No	620.8187	± 55.45335	0.503
<i>Porcentaje de Distancia esperada (%)</i>	Si	70.3633	± 16.59073	0.680
	No	72.7043	± 7.46202	0.753
<i>FR en reposo (rpm)</i>	Si	20.67	± 4.179	0.415
	No	22.58	± 4.757	0.400
<i>FR posterior a prueba (rpm)</i>	Si	26.67	± 5.007	0.562
	No	28.42	± 6.288	0.534
<i>FR a los 5 minutos (rpm)</i>	Si	22.00	± 5.177	0.490
	No	23.67	± 4.499	0.519
	Si	73.50	± 13.853	0.020*

<i>FC en reposo (lpm)</i>	No	90.83	± 13.176	0.030
<i>FC posterior a prueba (lpm)</i>	Si	90.50	± 14.433	0.021*
	No	112.08	± 17.881	0.017
<i>FC a los 5 minutos (lpm)</i>	Si	81.00	± 16.149	0.038*
	No	96.75	± 12.857	0.070
<i>Sat en reposo (%)</i>	Si	91.67	± 4.367	0.783
	No	92.17	± 3.129	0.809
<i>Sat posterior a prueba (%)</i>	Si	86.67	± 10.073	0.899
	No	87.08	± 3.848	0.925
<i>Sat a los 5 minutos (%)</i>	Si	87.67	± 8.802	0.172
	No	91.50	± 2.576	0.340
<i>TAS en reposo (mmHg)</i>	Si	98.17	± 7.387	0.731
	No	96.83	± 7.709	0.729
<i>TAS posterior a prueba (mmHg)</i>	Si	110.67	± 6.532	0.236
	No	104.83	± 10.547	0.170
<i>TAS a los 5 minutos (mmHg)</i>	Si	103.33	± 8.847	0.027 *
	No	94.33	± 6.624	0.059
<i>TAD en reposo (mmHg)</i>	Si	69.67	± 9.416	0.918
	No	70.08	± 7.267	0.927
<i>TAD posterior a prueba (mmHg)</i>	Si	75.17	± 8.305	0.612
	No	73.08	± 7.925	0.622
<i>TAD posterior a 5 minutos (mmHg)</i>	Si	73.67	± 6.623	0.258
	No	70.00	± 6.075	0.284
<i>Borg en reposo</i>	Si	0.000	0.0000	
	No	0.000	0.0000	
<i>Borg posterior a prueba</i>	Si	0.583	0.8010	0.543
	No	0.833	0.8072	0.547
<i>Borg a 5 minutos</i>	Si	0.000	0.0000	0.496
	No	0.042	0.1443	0.339

*Diferencia de medias por prueba T de Student, estadísticamente significativo $p \leq 0.05$.

Meses cirugía-prueba= meses transcurridos entre la cirugía y la realización de la prueba, FR = Frecuencia respiratoria, FC = Frecuencia cardíaca, Sat = saturación de oxígeno, TAS = Tensión arterial sistólica, TAD = Tensión arterial diastólica, Borg= Escala de Borg.

Se realizó la prueba T de Student en los pacientes con presencia de fenestración comparado con el grupo sin fenestra. Encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la distancia recorrida, siendo menor en el grupo con fenestración (media de 365.5 m), comparado con el grupo sin fenestra, con media de 458.18 m, p 0.046, al igual que el porcentaje de distancia recorrida respecto a la esperada 54 % en el grupo con fenestra, comparado con el 74.1%, con p 0.009. También se encontró menor saturación en el grupo de pacientes con fenestra, tanto en reposo (85 vs 92.8%, p 0.001), posterior a la prueba: 73 vs 88.69 %, p 0.000, y a los 5 minutos de la prueba 79 vs 91.63, p 0.000. Se encontró además que los pacientes con fenestración presenta una mayor escala de Borg posterior a la prueba, con una puntuación de 2 vs 0.5 en los pacientes sin fenestra, p 0.013. Se describen los resultados completos en la tabla 15.

Tabla 15. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo a la presencia o ausencia de fenestración.

	<i>Fenestra</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>P*</i>
<i>Edad a la cirugía (meses)</i>	no	64.81	14.851	0.168
	Si	84.50	44.548	0.644
<i>Edad a la prueba (meses)</i>	no	124.25	42.642	0.283
	si	159.50	37.477	0.390
<i>Peso actual (kg)</i>	no	32.6063	12.27754	0.094
	si	48.5000	.70711	0.000
<i>Talla (m)</i>	no	1.3184	.17523	0.128
	si	1.5250	.10607	0.155
<i>IMC (Kg/m²)</i>	no	18.1625	3.61972	0.304
	si	21.0300	3.22441	0.410
<i>Meses cirugía- prueba</i>	no	59.44	38.972	0.590
	si	75.00	7.071	0.181
<i>Distancia recorrida (m)</i>	no	458.1875	49.05265	0.046*
	si	365.5000	127.98633	0.490
<i>Distancia esperada (m)</i>	no	619.4201	49.35869	0.110
	si	680.6869	25.45038	0.100
	no	74.1538	7.57629	0.009*

Porcentaje de Distancia esperada (%)	si	54.0851	20.82473	0.400
FR en reposo (rpm)	no	22.38	4.559	0.268
	si	18.50	3.536	0.335
FR posterior a prueba (rpm)	no	28.06	6.093	0.650
	si	26.00	2.828	0.484
FR a los 5 minutos (rpm)	no	23.50	4.803	0.331
	si	20.00	.000	0.011
FC en reposo (lpm)	no	85.38	16.215	0.813
	si	82.50	10.607	0.774
FC posterior a prueba (lpm)	no	103.88	18.114	0.548
	si	113.00	36.770	0.785
FC a los 5 minutos (lpm)	no	91.50	16.269	1.000
	si	91.50	12.021	1.000
Sat en reposo (%)	no	92.88	2.473	0.001*
	si	85.00	1.414	0.025
Sat posterior a prueba (%)	no	88.69	3.281	0.000*
	si	73.00	8.485	0.227
Sat a los 5 minutos (%)	no	91.63	2.217	0.000*
	si	79.00	12.728	0.394
TAS en reposo (mmHg)	no	97.44	7.737	0.805
	si	96.00	5.657	0.785
TAS posterior a prueba (mmHg)	no	106.06	9.956	0.388
	si	112.50	3.536	0.147
TAS a los 5 minutos (mmHg)	no	96.56	8.594	0.284
	si	103.50	2.121	0.032
TAD en reposo (mmHg)	no	70.69	7.631	0.263
	si	64.00	8.485	0.455
TAD posterior a prueba (mmHg)	no	74.63	7.881	0.206
	si	67.00	4.243	0.166
TAD posterior a 5 minutos (mmHg)	no	71.75	6.434	0.331
	si	67.00	4.243	0.321
Borg en reposo	no	.000	.0000 ^a	
	si	.000	.0000 ^a	

<i>Borg posterior a prueba</i>	no	.594	.6884	0.013*
	si	2.000	.0000	0.000
<i>Borg a 5 minutos</i>	no	.031	.1250	0.735
	si	.000	.0000	0.333

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Se realizó la prueba T de Student de acuerdo al sexo de los pacientes. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la distancia recorrida o el porcentaje de distancia, únicamente para la FR posterior y a los 5 minutos de la prueba, que se reportó mayor en las mujeres, p 0.020 y p 0.009 respectivamente, sin embargo fueron los pacientes del sexo masculino, los que reportaron un mayor puntaje de Borg posterior a la prueba: 1 en comparación con menor a 0.5 del sexo femenino, p 0.031. También se encontró diferencia en la TAD a los 5 minutos, siendo mayor en el sexo femenino con media de 75 vs 68, p 0.018. Se describen los resultados completos en la tabla 16.

Tabla 16. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo al sexo de los pacientes.

	Sexo	Media	Desviación estándar	P*
<i>Edad a la cirugía (meses)</i>	Femenino	61.38	13.060	0.268
	Masculino	71.50	21.941	0.243
<i>Edad a la prueba (meses)</i>	Femenino	116.75	31.167	0.324
	Masculino	137.30	49.679	0.301
<i>Peso actual (kg)</i>	Femenino	30.1750	10.52924	0.217
	Masculino	37.7300	13.66635	0.204
<i>Talla (m)</i>	Femenino	1.2850	.11723	0.245
	Masculino	1.3865	.21232	0.219
<i>IMC (Kg/m²)</i>	Femenino	17.8888	3.80526	0.550

	Masculino	18.9550	3.57674	0.553
<i>Meses cirugía-prueba</i>	Femenino	55.38	22.194	0.568
	Masculino	65.80	46.346	0.541
<i>Distancia recorrida (m)</i>	Femenino	444.0000	45.60702	0.823
	Masculino	451.0000	76.71593	0.813
<i>Distancia esperada (m)</i>	Femenino	613.2608	38.88972	0.348
	Masculino	636.6009	58.55386	0.327
<i>Porcentaje de Distancia esperada (%)</i>	Femenino	72.5972	8.34963	0.822
	Masculino	71.3854	12.97921	0.814
<i>FR en reposo (rpm)</i>	Femenino	24.13	4.486	0.066
	Masculino	20.20	3.967	0.072
<i>FR posterior a prueba (rpm)</i>	Femenino	31.25	5.007	0.020*
	Masculino	25.10	5.043	0.021
<i>FR a los 5 minutos (rpm)</i>	Femenino	26.13	3.314	0.009*
	Masculino	20.70	4.218	0.008
<i>FC en reposo (lpm)</i>	Femenino	82.63	19.878	0.567
	Masculino	87.00	11.643	0.593
<i>FC posterior a prueba (lpm)</i>	Femenino	102.13	20.490	0.605
	Masculino	107.10	19.359	0.608
<i>FC a los 5 minutos (lpm)</i>	Femenino	92.13	21.169	0.884
	Masculino	91.00	10.392	0.893
<i>Sat en reposo (%)</i>	Femenino	93.63	1.768	0.074
	Masculino	90.70	4.001	0.059
<i>Sat posterior a prueba (%)</i>	Femenino	89.63	2.825	0.107
	Masculino	84.80	7.540	0.087
<i>Sat a los 5 minutos (%)</i>	Femenino	92.13	1.553	0.200
	Masculino	88.70	7.072	0.168
<i>TAS en reposo (mmHg)</i>	Femenino	96.75	7.226	0.796
	Masculino	97.70	7.917	0.794
<i>TAS posterior a prueba (mmHg)</i>	Femenino	106.13	7.754	0.806
	Masculino	107.30	11.285	0.797
<i>TAS a los 5 minutos (mmHg)</i>	Femenino	98.38	5.097	0.652
	Masculino	96.50	10.544	0.629
<i>TAD en reposo (mmHg)</i>	Femenino	71.75	7.667	0.394
	Masculino	68.50	7.934	0.392

<i>TAD posterior a prueba (mmHg)</i>	Femenino	76.75	7.305	0.158
	Masculino	71.40	7.834	0.155
<i>TAD posterior a 5 minutos (mmHg)</i>	Femenino	75.00	4.243	0.018*
	Masculino	68.20	6.215	0.014
<i>Borg en reposo</i>	Femenino	.000	.0000 ^a	
	Masculino	.000	.0000 ^a	
<i>Borg posterior a prueba</i>	Femenino	.313	.4581	0.031*
	Masculino	1.100	.8433	0.024
<i>Borg a 5 minutos</i>	Femenino	.063	.1768	0.276
	Masculino	.000	.0000	0.351

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Se realizó la prueba T de Student de acuerdo a la altitud del lugar de procedencia de los pacientes. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero se evidencian las siguientes tendencias: la distancia recorrida (423 vs 472 m) y el porcentaje (68 vs 74%) respecto a la esperada, es menor en los pacientes que provienen de lugares con altitud cercana al nivel del mar. Se describen los resultados completos en la tabla 17.

Tabla 17. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo a la altitud del lugar de procedencia de los pacientes.

	<i>Altitud</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Significancia estadística</i>
<i>Edad a la cirugía (meses)</i>	Cercano a nivel del mar	66.00	22.450	0.829
	>1500m	68.00	15.540	0.829
<i>Edad a la prueba (meses)</i>	Cercano a nivel del mar	122.56	38.901	0.592
	>1500m	133.78	47.717	0.592

<i>Peso actual (kg)</i>	Cercano a nivel del mar	34.1000	12.97478	0.930
	>1500m	34.6444	13.05068	0.930
<i>Talla (m)</i>	Cercano a nivel del mar	1.3333	.15182	0.856
	>1500m	1.3494	.21276	0.856
<i>IMC (Kg/m²)</i>	Cercano a nivel del mar	18.5056	3.92536	0.978
	>1500m	18.4567	3.50486	0.978
<i>Meses cirugía-prueba</i>	Cercano a nivel del mar	56.56	25.289	0.612
	>1500m	65.78	47.122	0.614
<i>Distancia recorrida (m)</i>	Cercano a nivel del mar	423.7778	69.60564	0.107
	>1500m	472.0000	48.11704	0.109
<i>Distancia esperada (m)</i>	Cercano a nivel del mar	621.3921	50.19573	0.699
	>1500m	631.0630	53.95283	0.699
<i>Porcentaje de Distancia esperada (%)</i>	Cercano a nivel del mar	68.9544	14.10357	0.259
	>1500m	74.8935	5.70818	0.267
<i>FR en reposo (rpm)</i>	Cercano a nivel del mar	23.22	4.919	0.244
	>1500m	20.67	4.000	0.245
<i>FR posterior a prueba (rpm)</i>	Cercano a nivel del mar	29.89	6.214	0.137
	>1500m	25.78	4.842	0.138
<i>FR a los 5 minutos (rpm)</i>	Cercano a nivel del mar	24.56	4.667	0.196
	>1500m	21.67	4.416	0.196
<i>FC en reposo (lpm)</i>	Cercano a nivel del mar	83.78	18.240	0.737
	>1500m	86.33	13.134	0.738
<i>FC posterior a prueba (lpm)</i>	Cercano a nivel del mar	107.56	20.622	0.576
	>1500m	102.22	19.012	0.576

<i>FC a los 5 minutos (lpm)</i>	Cercano a nivel del mar	93.11	18.258	0.674
	>1500m	89.89	13.233	0.674
<i>Sat en reposo (%)</i>	Cercano a nivel del mar	91.33	3.969	0.431
	>1500m	92.67	2.958	0.432
<i>Sat posterior a prueba (%)</i>	Cercano a nivel del mar	85.22	7.886	0.257
	>1500m	88.67	3.873	0.263
<i>Sat a los 5 minutos (%)</i>	Cercano a nivel del mar	89.11	7.407	0.410
	>1500m	91.33	2.693	0.417
<i>TAS en reposo (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	95.67	6.614	0.372
	>1500m	98.89	8.192	0.373
<i>TAS posterior a prueba (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	105.44	8.691	0.572
	>1500m	108.11	10.822	0.573
<i>TAS a los 5 minutos (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	98.22	6.553	0.667
	>1500m	96.44	10.248	0.668
<i>TAD en reposo (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	69.44	7.796	0.794
	>1500m	70.44	8.172	0.794
<i>TAD posterior a prueba (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	74.89	8.477	0.565
	>1500m	72.67	7.550	0.565
<i>TAD posterior a 5 minutos (mmHg)</i>	Cercano a nivel del mar	72.78	5.239	0.311
	>1500m	69.67	7.211	0.312
<i>Borg en reposo</i>	Cercano a nivel del mar	.000	.0000 ^a	0.473
	>1500m	.000	.0000 ^a	0.474
<i>Borg posterior a prueba</i>	Cercano a nivel del mar	.889	.9280	0.332
	>1500m	.611	.6509	0.347

Borg a 5 minutos	Cercano a nivel del mar	.056	.1667	0.1667
	>1500m	.000	.0000	0.0000

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Se realizó la prueba T de Student de acuerdo a grupos de edades. Se encontraron tendencias en el porcentaje de distancia recorrida, siendo mayor (74.7%) en el grupo de 6 a 11 años, en comparación con 64.6% de los mayores de 11 años, p 0.078, también se encontró mayor saturación a los 5 minutos de la prueba en el grupo de 6 a 11 años: 91.7% vs 86.2%, P 0.052. Se encontró también tensión arterial sistólica y diastólica menor en el grupo de 12 a 17 años, en todos los momentos de la prueba: TAS en reposo 99 mmHg (6 a 11 años), 92 mmHg en los mayores, con p 0.058, TAD en reposo de 72 vs 62 mmHg, p 0.006, a los 5 minutos de la prueba 73 vs 65 mmHg, p 0.007. Se describen los resultados completos en la tabla 18.

Tabla 18. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo a grupos de edades de los pacientes.

	Grupos de edades	Media	Desviación estándar	P*
Distancia recorrida (m)	6-11	448.8462	44.75088	0.921
	12-17	445.4000	104.48828	0.946
Distancia esperada (m)	6-11	601.8662	35.82722	0.000
	12-17	689.5670	13.10861	0.000
Porcentaje de Distancia esperada (%)	6-11	74.7175	7.67653	0.078
	12-17	64.6607	15.31587	0.222
FR en reposo (rpm)	6-11	22.69	4.715	0.273
	12-17	20.00	3.808	0.241
FR posterior a prueba (rpm)	6-11	28.54	6.146	0.422
	12-17	26.00	4.899	0.384
FR a los 5 minutos (rpm)	6-11	23.62	5.059	0.475
	12-17	21.80	3.493	0.406
FC en reposo (lpm)	6-11	86.62	17.159	0.507
	12-17	81.00	10.296	0.413
FC posterior a prueba (lpm)	6-11	108.92	18.214	0.162
	12-17	94.40	20.489	0.210

FC a los 5 minutos (lpm)	6-11	95.00	15.853	0.127
	12-17	82.40	11.459	0.091
Sat en reposo (%)	6-11	92.62	2.873	0.235
	12-17	90.40	4.669	0.365
Sat posterior a prueba (%)	6-11	88.23	3.961	0.168
	12-17	83.60	10.065	0.368
Sat a los 5 minutos (%)	6-11	91.77	1.878	0.052
	12-17	86.20	9.550	0.263
TAS en reposo (mmHg)	6-11	99.31	7.375	0.058
	12-17	92.00	4.690	0.029
TAS posterior a prueba (mmHg)	6-11	108.77	9.558	0.163
	12-17	101.60	8.532	0.161
TAS a los 5 minutos (mmHg)	6-11	98.85	8.802	0.228
	12-17	93.40	6.348	0.176
TAD en reposo (mmHg)	6-11	72.85	6.706	0.006*
	12-17	62.40	4.775	0.004
TAD posterior a prueba (mmHg)	6-11	75.85	8.295	0.070
	12-17	68.40	2.608	0.011
TAD posterior a 5 minutos (mmHg)	6-11	73.54	5.348	0.007*
	12-17	65.20	4.604	0.010
Borg en reposo	6-11	.000	.0000 ^a	0.874
	12-17	.000	.0000 ^a	0.878
Borg posterior a prueba	6-11	.731	.8066	0.551
	12-17	.800	.8367	0.337
Borg a 5 minutos	6-11	.038	.1387	0.1667
	12-17	.000	.0000	0.0000

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Se realizó prueba ANOVA para comparar los grupos de acuerdo al ventrículo dominante encontrando diferencias significativas para frecuencia respiratoria posterior a la prueba (p 0.020) y a los 5 minutos (p 0.009), con pruebas DMS y Bonferroni se identificaron los grupos entre los que había diferencias significativas, reportándose frecuencia respiratoria es mayor en los pacientes con ventrículo derecho dominante respecto a los que tienen izquierdo posterior a la prueba (P

0.020), y a los 5 minutos (p 0.009), en cuanto a la FC se encontró un valor mayor en los pacientes con ventrículo derecho dominante, respecto a pacientes biventriculares (p 0.024), diferencia que se mantiene a los 5 minutos p (0.019). No se encontraron diferencias significativas para la distancia recorrida, el porcentaje de distancia esperada, saturación, tensión arterial o escala de Borg.

Tabla 19. Diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al ventrículo dominante.

<i>Ventrículo dominante</i>	<i>FR post prueba</i>	<i>FR a 5 minutos</i>	<i>FC post prueba</i>	<i>FC a los 5 minutos</i>
<i>Derecho</i>	32.67 ± 4.844	26.50 ± 3.782	114.67 ± 20.373	101.83 ± 17.023
<i>Izquierdo</i>	25.30 ± 5.122	21.50 ± 4.403	104.20 ± 16.178	89.00 ± 11.681
<i>Biventricular</i>	26.00 ± 2.828	21.00 ± 4.243	79 ± 8.485	73.00 ± 7.071
<i>P (ANOVA)</i>	0.020	0.009	0.024	0.019

Gráfico 1. Frecuencia respiratoria posterior a la prueba de caminata de acuerdo a ventrículo dominante.

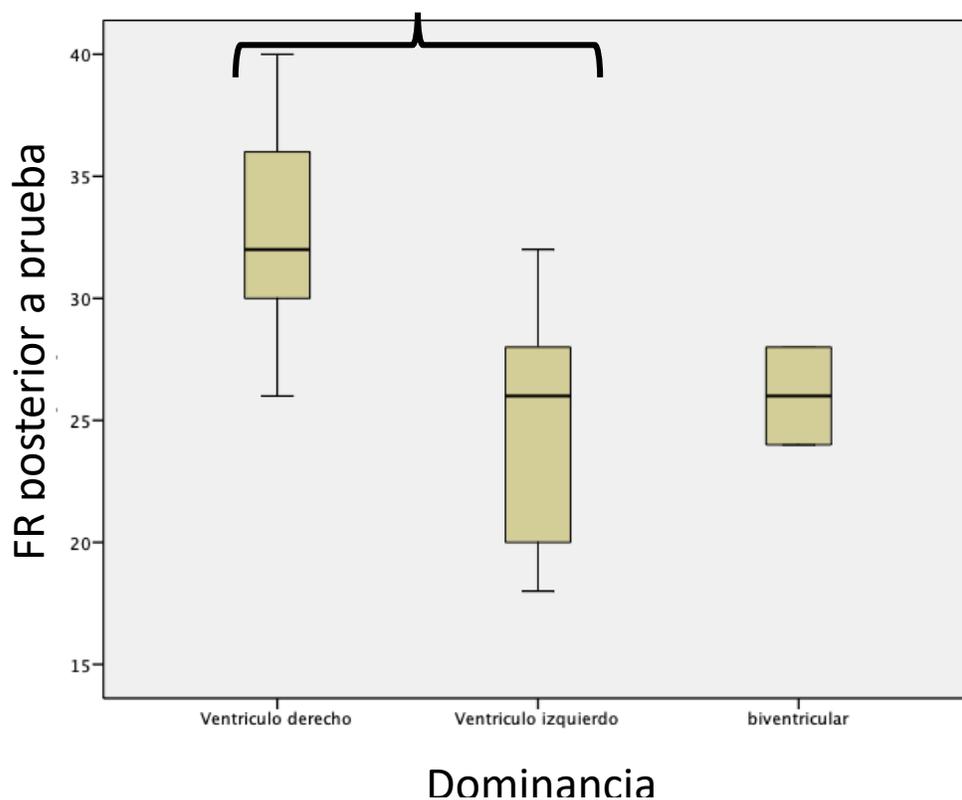
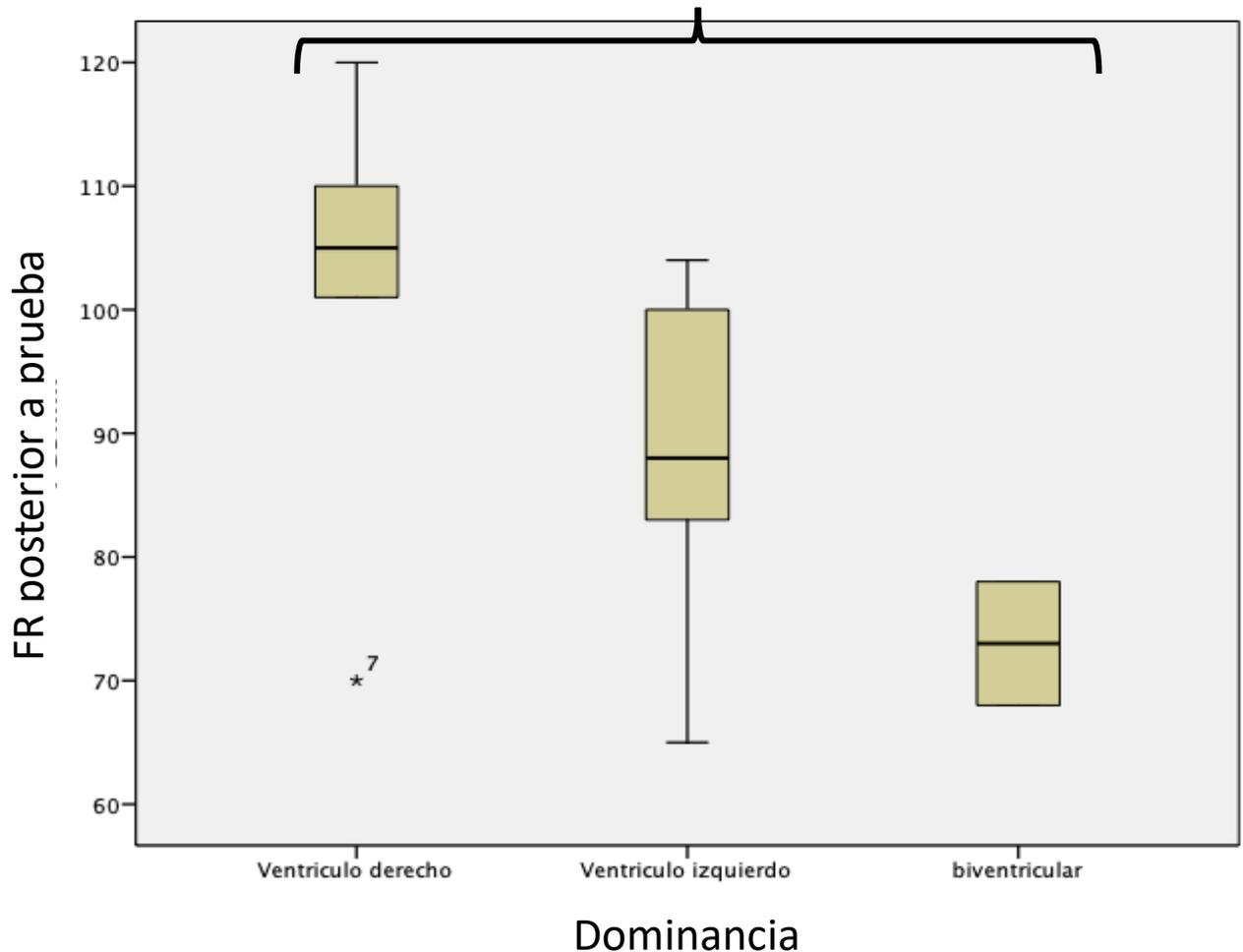


Gráfico 2. Frecuencia cardíaca a los 5 minutos de la prueba de caminata de acuerdo a ventrículo dominante.



Prueba de esfuerzo

El análisis se realizó con la información de los expedientes de 19 pacientes de la clínica de fisiología univentricular del Instituto Nacional de Pediatría, que cumplieron con todos los criterios de inclusión.

El 57.9 % de los pacientes eran del sexo masculino, 26.3% residían en la Ciudad de México, 57.89% de los pacientes provenían de una altitud mayor a 1500 msnm, la edad media de edad al momento de la cirugía fue de 62.5 meses \pm 14.65, al momento de la prueba fue de 129.84 \pm 42.36.

Resultados de la prueba de esfuerzo

El 94.7% de los pacientes se clasificaron en clase funcional I, un paciente (5.3%) en clase funcional III, la media de METS alcanzados fue de 9.78 (\pm 3.05), FCxTA 20095.26 (\pm 1887.89), el porcentaje alcanzado con respecto a la FC máxima para la edad fue de 83.26% (\pm 6.09), la media de reserva de FC fue 82.63 lpm (\pm 17.78), diferencia de saturación entre reposo y esfuerzo fue de 4.47 % (\pm 3.20), diferencial de TAS entre esfuerzo y reposo en 19.63 mmHg (\pm 9.52), y en TAD de 7.05 (\pm 8.39).

Tabla 20. Resultados de la prueba de esfuerzo.

	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
METS	9.7842	\pm 3.05455
FCxTA	20095.26	\pm 1887.894
% FC para edad	83.2632	\pm 6.09956
FC MAX (lpm)	174.00	\pm 13.009
FC MIN (lpm)	91.37	\pm 13.263
Reserva FC (lpm)	82.63	\pm 17.780
ST inicial (mv)	-0.1868	\pm 0.93702
Mayor alteración ST (mv)	-1.8053	\pm 1.93275
ST en recuperación (mv)	-0.8632	\pm 1.28126
Sat en reposo (%)	91.63	\pm 3.022
Sat en esfuerzo (%)	87.16	\pm 4.246
Diferencia Sat reposo-esfuerzo (%)	4.47	\pm 3.204
TAS en reposo (mmHg)	96.16	\pm 7.441
TAD en reposo (mmHg)	69.89	\pm 7.438
TAS en esfuerzo (mmHg)	115.79	\pm 10.675
TAD en esfuerzo (mmHg)	76.95	\pm 10.564
TAS final (mmHg)	105.63	\pm 9.346
TAD final (mmHg)	71.95	\pm 7.785
Diferencia TAS esfuerzo- reposo	19.63	\pm 9.523
Diferencia TAD esfuerzo-reposo	7.05	\pm 8.390

% FC para edad= porcentaje de frecuencia cardíaca para el máximo esperado por edad, FC MAX = frecuencia cardíaca máxima, FC MIN = frecuencia cardíaca mínima, Reserva FC= Reserva de frecuencia cardíaca, ST inicial = elevación o depresión del segmento ST al inicio de la prueba, Sat = Saturación.

Cambios inducidos por el ejercicio

Previo a la realización de la prueba el 31.6% de los pacientes presentaba arritmias, pero en ninguno se evidenciaron nuevas arritmias durante la prueba, ni en el período de recuperación, tampoco cambios relacionados a isquemia; sin embargo 42.1% presentaron otros cambios con el ejercicio, siendo el de mayor frecuencia alteraciones del segmento ST o punto J en el 26.3 %. Se desglosan los cambios por la prueba de esfuerzo en la tabla 21.

Tabla 21. Cambios inducidos por la prueba de esfuerzo.

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Ningún cambio</i>	10	52.6
<i>Alteraciones del ST o punto J</i>	5	26.3
<i>Cianosis</i>	1	5.3
<i>Dolor torácico</i>	1	5.3
<i>Otros cambios</i>	2	10.5
<i>Total</i>	19	100.0

Análisis de los resultados

Se evaluó diferencia de medias por la prueba T de Student en los pacientes a los que se les realizó fenestración durante la cirugía comparado con el grupo en los que no se realizó. Encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la edad al momento de la cirugía, siendo menor en el grupo con fenestra (49.50 vs 64.06 meses, p 0.045) , mayor peso al momento de la prueba en los pacientes con fenestración (48.5 vs 34.40 kg, p 0.001), mayor valor de METS en los pacientes sin fenestra (10.25 vs 5.8, p 0.048), menor reserva cardíaca en pacientes con fenestra (56.5 vs 85.71 lpm, p 0.023), menor saturación durante la prueba de esfuerzo en los pacientes con fenestración: 81.5 vs 87.8 %, p 0.043, también una mayor diferencia entre la saturación en esfuerzo y reposo con 7.50 vs 4.12, p 0.006. Mayor TAS en reposo 101 vs 95.59 mmHg, p 0.026. Se describen los resultados completos en la tabla 22.

Tabla 22. Comparación de medias por prueba T de Student de acuerdo a la presencia o ausencia de fenestración.

	<u>Fenestra</u>	<u>Media</u>	<u>Desviación estándar</u>	<u>P*</u>
<i>Edad a la cirugía</i>	no	64.06	14.712	0.192
	si	49.50	4.950	0.045*
<i>Peso actual</i>	no	34.3059	13.79948	0.174
	si	48.5000	.70711	0.001*
<i>METS</i>	no	10.2529	2.84586	0.048*
	si	5.8000	1.69706	0.100
<i>FCxTA</i>	no	20037.76	1882.014	0.710
	si	20584.00	2636.094	0.819
<i>% FC para edad</i>	no	83.8235	5.23492	0.254
	si	78.5000	13.43503	0.675
<i>FC MAX (lpm)</i>	no	175.18	11.243	0.262
	si	164.00	28.284	0.675
<i>FC MIN (lpm)</i>	no	89.47	12.430	0.067
	si	107.50	10.607	0.214
<i>Reserva de FC (lpm)</i>	no	85.71	15.515	0.023*
	si	56.50	17.678	0.235
<i>ST inicial (mv)</i>	no	-.2794	.87376	0.219
	si	.6000	1.48492	0.554
<i>Mayor alteración ST</i>	no	-2.1324	1.62326	0.027
	si	.9750	2.79307	0.353
<i>ST en recuperación</i>	no	-1.0147	1.20698	0.137
	si	.4250	1.59099	0.413
<i>Sat en reposo (%)</i>	no	91.94	2.861	0.201
	si	89.00	4.243	0.502
<i>Sat en esfuerzo (%)</i>	no	87.82	3.877	0.043*
	si	81.50	3.536	0.205
	no	4.12	3.199	0.164

<i>Diferencia esfuerzo-reposo</i>	SAT	si	7.50	.707	0.006*
<i>TAS en reposo (mmHg)</i>		no	95.59	7.673	0.345
		si	101.00	1.414	0.026*
<i>TAD en reposo (mmHg)</i>		no	69.94	7.644	0.939
		si	69.50	7.778	0.950
<i>TAS en esfuerzo (mmHg)</i>		no	114.59	10.566	0.158
		si	126.00	5.657	0.140
<i>TAD en esfuerzo (mmHg)</i>		no	76.59	11.147	0.678
		si	80.00	.000	0.225
<i>TAS final(mmHg)</i>		no	104.94	9.588	0.363
		si	111.50	4.950	0.256
<i>TAD final(mmHg)</i>		no	72.24	7.973	0.652
		si	69.50	7.778	0.707
<i>Diferencia esfuerzo-reposo</i>	TAS	no	19.00	9.843	0.415
		si	25.00	4.243	0.229
<i>Diferencia esfuerzo-reposo</i>	TAD	no	6.65	8.587	0.554
		si	10.50	7.778	0.609

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Se realizó la prueba T de Student, sin encontrarse diferencias significativas en los pacientes que tenían diagnóstico de arritmias comparado con el grupo sin este diagnóstico, y al comparar los grupos de acuerdo a la altitud de procedencia.

Se compararon los pacientes en los que se reportaron otros cambios inducidos por el ejercicio, con los que no los presentaron mediante la prueba T de Student, encontrándose diferencias significativas para los valores de FCxTA siendo menores en los pacientes con alteraciones inducidas por el ejercicio (19,098.75 vs 20,820, p 0.046), en cuanto al valor de METS se reportó muy cercano a lo significativo, con un valor menor para el grupo con alteraciones 8.275 vs 10.881 (p 0.064). Los resultados completos se presentan en la tabla 23.

Tabla 23. Comparación de medias mediante prueba T de Student de acuerdo a la presencia o ausencia de otros cambios inducidos por el ejercicio.

	<u>Fenestra</u>	<u>Media</u>	<u>Desviación estándar</u>	<u>P*</u>
METS	Si	8.2750	2.60371	0.064
	No	10.8818	2.98356	0.059
FCxTA	Si	19098.75	1328.989	0.046*
	no	20820.00	1951.130	0.035
% FC para edad	si	81.6250	5.87823	0.332
	no	84.4545	6.25082	0.328
FC MAX (lpm)	si	170.00	13.049	0.265
	no	176.91	12.779	0.268
FC MIN (lpm)	si	92.50	13.908	0.761
	no	90.55	13.397	0.763
Reserva de FC (lpm)	si	77.50	20.942	0.296
	no	86.36	15.022	0.327
ST inicial (mv)	si	-.3250	1.11387	0.598
	no	-.0864	.82798	0.618
Mayor alteración ST	si	-2.2625	2.30275	0.395
	no	-1.4727	1.65021	0.424
ST en recuperación	si	-1.2250	1.44864	0.307
	no	-.6000	1.14237	0.330
Sat en reposo (%)	si	92.88	1.126	0.130
	no	90.73	3.663	0.091
Sat en esfuerzo (%)	si	87.75	3.105	0.618
	no	86.73	5.022	0.592
Diferencia SAT esfuerzo-reposo	si	5.13	3.137	0.466
	no	4.00	3.317	0.462
TAS en reposo (mmHg)	si	96.00	8.142	0.940
	no	96.27	7.295	0.941
TAD en reposo (mmHg)	si	69.13	5.384	0.712
	no	70.45	8.858	0.690
	si	113.13	13.346	0.368

TAS en esfuerzo (mmHg)	no	117.73	8.403	0.409
TAD en esfuerzo (mmHg)	si	72.38	8.417	0.109
	no	80.27	11.064	0.095
TAS final(mmHg)	si	104.00	8.635	0.532
	no	106.82	10.068	0.522
TAD final(mmHg)	si	70.38	6.278	0.469
	no	73.09	8.837	0.444
Diferencia TAS esfuerzo-reposo	si	17.13	9.935	0.342
	no	21.45	9.245	0.350
Diferencia TAD esfuerzo-reposo	si	3.25	8.345	0.092
	no	9.82	7.613	0.100

*Diferencia de medias por prueba T de Student

Al comparar los pacientes del sexo femenino con los del masculino no se encontraron diferencias para la clase funcional, el valor de METS, reserva cardíaca o variaciones en la saturación de oxígeno; pero sí para la saturación en reposo siendo menor en los pacientes de sexo masculino 90.36 vs 93.38 %, p 0.027.

Se compararon los pacientes por grupo de edad encontrándose sin diferencias para la clase funcional, el valor de METS, reserva cardíaca o variaciones en la saturación de oxígeno; pero sí para la tensión arterial diastólica en reposo, siendo menor en el grupo de 12 a 17 años con media de 63.33 vs 72.92, p 0.05.

Se realizó prueba ANOVA para comparar los grupos de acuerdo al ventrículo dominante sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas, sin embargo se identifican tendencias en la reserva de frecuencia cardíaca, reportándose mayor en biventriculares comparado con derecho (p 0.049).

DISCUSIÓN

La media de la distancia recorrida por los pacientes fue de 447.8 m (\pm 63.12), para una media de la distancia esperada de 625.2 m (\pm 50.79), alcanzando una media del porcentaje de la distancia esperada de 71.9 % (\pm 10.87). La distancia esperada

se calculó de acuerdo a la fórmula de Geiger y colaboradores (33), que fue determinada en una población de niños de etnia caucásica, sanos, se han realizado algunos estudios en niños sanos de poblaciones diferentes que han reportado distancias recorridas menores a las reportadas por Geiger, como el estudio de Limsuwan (34) en niños tailandeses, y por Blanco (35) en niños mexicanos, con medias de distancias recorridas de 586.1 ± 44.0 m y 545.68 ± 120.55 m respectivamente, mientras que en el estudio de Ampuero (11), en pacientes con fisiología univentricular en Chile, se reportó una media de 551 m, que corresponde al 84% de la distancia esperada, en nuestra población de pacientes con fisiología univentricular mexicanos, se encontró tanto menor distancia como menor porcentaje de la distancia esperada para la edad y talla, las edades de los participantes en ambos estudios fueron similares (6 a 17 años vs 6 a 16 años), pero en el estudio de Ampuero se excluyeron a los pacientes con betabloqueadores, marcapasos o diagnóstico de arritmia, en nuestro estudio 1 paciente (5.5%) utilizaba betabloqueadores, 33% tenían diagnóstico de arritmia y ninguno era portador de marcapasos, sin embargo al realizar el análisis en los pacientes que contaban con diagnóstico de arritmias no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la distancia recorrida o el porcentaje de la esperada, lo que se puede atribuir en primera instancia al número pequeño de participantes, pero también se deberían evaluar otros factores que pueden influir como la talla (En nuestro estudio se obtuvo una media de 1.34 m, comparada con 1.45 m del grupo de Ampuero), el largo de la pierna, que no se reporta en ninguno de los estudios, que fueron factores que se reportaron por Limsuwan como relacionados con la distancia recorrida.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia cardíaca en reposo, reportándose menor en los pacientes que tenían diagnóstico de arritmias (media de 73.5 lpm) comparada con el grupo sin arritmias con media de 90.83, $p = 0.020$ diferencia que se mantiene en la frecuencia cardíaca posterior a la prueba (90.5, 112.08 respectivamente, $p = 0.021$), y a los 5 minutos (81, 96.75, $p = 0.038$). De igual forma se encontró diferencia significativa en los valores de tensión arterial sistólica a los 5 minutos, con una media mayor en el grupo de los pacientes con diagnóstico de arritmias (103.33 mmHg) comparado con los que no presentaban

(94.33 mmHg). Para estos resultados no se encontraron estudios con los que se pudiera hacer alguna comparación ya que los pacientes con diagnóstico de arritmia fueron excluidos en los estudios revisados. Pero de acuerdo a la revisión de Gelliwig (7), se menciona que en los pacientes con procedimiento de Fontan se observa disfunción adrenérgica y que cuentan con una precarga inadecuada, la cual es necesaria para el incremento en la frecuencia cardíaca ante el esfuerzo. En cuanto a las arritmias se menciona que los pacientes que no cuentan con ritmo sinusal pueden tener aún mayor disminución de la precarga por pérdida de la sincronía atrioventricular y el consecuente incremento de la presión venosa pulmonar. La disminución consecuente del gasto cardíaco hace que como respuesta para mantener la presión arterial, se incremente la postcarga lo que explica que en los pacientes con arritmias se encuentre una mayor tensión arterial.

En cuanto a los pacientes con cirugía de Fontan y fenestra, se encontró diferencia estadísticamente significativas en la distancia recorrida, siendo menor en el grupo con fenestración (media de 365.5 m), comparado con el grupo sin fenestra, con media de 458.18 m, p 0.046, al igual que el porcentaje de distancia recorrida respecto a la esperada 54 % en el grupo con fenestra, comparado con el 74.1%, con p 0.009, en el estudio de Ampuero se presentan 24% de pacientes con fenestra, sin embargo no se especifican diferencias en cuanto a la distancia recorrida, También se encontró en el presente estudio menor saturación en el grupo de pacientes con fenestra, tanto en reposo (85 vs 92.8%, p 0.001), posterior a la prueba: 73 vs 88.69 %, p 0.000, y a los 5 minutos de la prueba 79 vs 91.63, p 0.000, hecho que se menciona en el estudio de Ampuero asociado a la misma fenestra, conexiones veno-venosas o fístulas arteriovenosas, y por consiguiente tiene sentido que estos pacientes presenten mayor escala de Borg, como se comprueba en el presente estudio con una puntuación de 2 vs 0.5 en los pacientes sin fenestra, p 0.013. El procedimiento de fenestración en el Fontan se realiza para prevenir complicaciones en el postquirúrgico inmediato y tardío a expensas de desaturación, y de acuerdo a los resultados del presente estudio disminución en la capacidad

funcional para la realización de actividades cotidianas, ya que la prueba de caminata de 6 minutos es la que mejor se correlaciona con estas actividades, y estos pacientes tuvieron una menor distancia recorrida, menor porcentaje respecto a la esperada, menor saturación y mayor grado de disnea.

Se realizó la prueba T de Student de acuerdo al sexo de los pacientes. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la distancia recorrida o el porcentaje de distancia, únicamente para la FR posterior y a los 5 minutos de la prueba, que se reportó mayor en las mujeres, p 0.020 y p 0.009 respectivamente, sin embargo fueron los pacientes del sexo masculino, los que reportaron un mayor puntaje de Borg posterior a la prueba: 1 en comparación con menor a 0.5 del sexo femenino, p 0.031. También se encontró diferencia en la TAD a los 5 minutos, siendo mayor en el sexo femenino con media de 75 vs 68, p 0.018. Como en los estudios de Limsuwan y Blanco, que tampoco encontraron diferencias entre los 2 sexos en cuanto a distancia recorrida, o porcentaje de distancia recorrida, en nuestro estudio se reportan diferencias significativas en la frecuencia respiratoria posterior a la prueba y a los 5 minutos, siendo mayor en el sexo femenino p 0.020 y p 0.009 respectivamente, sin embargo se reportó mayor escala de Borg en el sexo masculino, p 0.031. Esto se correlaciona con una mayor percepción del grado de disnea en el sexo masculino a pesar de no tener correlación con signo clínico (incremento significativo de la frecuencia respiratoria).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo a la altitud del lugar de procedencia de los pacientes, pero se evidencian las siguientes tendencias: la distancia recorrida (423 vs 472 m) y el porcentaje (68 vs 74%) respecto a la esperada, es menor en los pacientes que provienen de lugares con altitud cercana al nivel del mar. No se encontraron estudios que compararan diferentes altitudes con los resultados de la prueba de caminata, sin embargo en estudios realizados con prueba de esfuerzo por Takken (28) se describe menor saturación a mayor altura con incrementos agudos de la altitud, como en el caso de los pacientes que provienen de altitudes cercanas a nivel del mar. Por otro lado de acuerdo a Darst (30), quien también realizó estudios de prueba de esfuerzo en

pacientes con Fontan, encontró que los pacientes que vivían a mayor altura presentaban impedimento en la capacidad para realizar ejercicio aeróbico, pero en dicho estudio se realizaron las pruebas a la misma altitud a la que vivían los pacientes, mientras que en nuestro estudio los pacientes que viven a una altitud cercana al nivel del mar, pasan por un incremento agudo en la altitud, y es por esto que encontramos un menor desempeño, con menor distancia recorrida y menor porcentaje de la esperada en dichos pacientes.

En cuanto a las diferencias de acuerdo a grupos de edades, se encontraron tendencias en el porcentaje de distancia recorrida, siendo mayor (74.7%) en el grupo de 6 a 11 años, en comparación con 64.6% de los mayores de 11 años, $p = 0.078$, también se encontró mayor saturación a los 5 minutos de la prueba en el grupo de 6 a 11 años: 91.7% vs 86.2%, $P = 0.052$. Se encontró también tensión arterial sistólica y diastólica menor en el grupo de 12 a 17 años, en todos los momentos de la prueba: TAS en reposo 99 mmHg (6 a 11 años), 92 mmHg en los mayores, con $p = 0.058$, TAD en reposo de 72 vs 62 mmHg, $p = 0.006$, a los 5 minutos de la prueba 73 vs 65 mmHg, $p = 0.007$. Estos hallazgos podrían deberse a una mayor disfunción y disminución en la capacidad funcional con el paso de los años, reportada por Paridon en adolescentes (36) en cuanto a las diferencias de tensión arterial podría ser parte de los mecanismos de adaptación al ir incrementando la disfunción en el grupo de mayor edad.

En cuanto a alteraciones del ritmo basal, se encontró menor proporción de alteraciones del ritmo en los pacientes con ventrículo izquierdo dominante (10%), respecto a biventriculares (50%), y ventrículo derecho dominante (33.33%).

Al dividir los grupos de acuerdo al ventrículo dominante, no se encontraron diferencias significativas para la distancia recorrida, el porcentaje de distancia esperada, saturación, tensión arterial o escala de Borg, lo que concuerda con los resultados de Ampuero, sin embargo si se reportaron diferencias para la frecuencia respiratoria siendo mayor en los pacientes con ventrículo derecho dominante respecto a los que tienen izquierdo, tanto posterior a la prueba ($P = 0.020$),

como a los 5 minutos (p 0.009), en cuanto a la frecuencia cardíaca se encontró un valor mayor en los pacientes con ventrículo derecho dominante, respecto a pacientes biventriculares (p 0.024), diferencia que se mantiene a los 5 minutos (p 0.019). En los estudios revisados como el de Downing y colaboradores se hace mención a la mayor supervivencia asociada a los pacientes con ventrículo morfológicamente izquierdo (6), sin embargo no se encontró mención de diferencia en cuanto al desempeño físico, o las respuestas fisiológicas al ejercicio de acuerdo a la morfología ventricular. Tanto el incremento de frecuencia respiratoria como el de la frecuencia cardíaca son esperados con la actividad física, pero los factores que afectan una morfología ventricular más que a la otra aún deben ser motivo de más estudios para su adecuada descripción.

Prueba de esfuerzo

De acuerdo a Massin (14), en los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas, puede encontrarse frecuentemente una capacidad funcional restringida, y esto puede ser resultado de la condición cardíaca primaria, su tratamiento o la hipoactividad, sin embargo en el presente estudio se encontró que 94.7% de los pacientes se clasificaron en clase funcional I. En el estudio de Härtel(21) y colaboradores se reporta que los pacientes con Fontan alcanzan un 87.2% de la FC con el esfuerzo máximo, siendo cercano al valor reportado por nuestro estudio: 83.26%. De manera similar a los reportado por el estudio de Hedlund (22) se observa reducción en la oximetría de pulso con el máximo esfuerzo, reportándose en nuestro estudio una diferencia media entre reposo y esfuerzo de 4.47%, dicho hallazgo puede atribuirse a la reducción en la habilidad para incrementar y mantener el volumen latido a frecuencias mayores.

Si bien el 31.6% de los pacientes en el estudio presentaban arritmias previo a la prueba, ninguno las desarrolló durante ni en el período de recuperación, tampoco presentaron cambios relacionados con isquemia, difiriendo de lo reportado por Ghosh (25), que reportó arritmias en el 28% de sus participantes. Sin embargo Idorn (26) estableció que incrementaba la prevalencia al incrementar la edad de los

pacientes, por lo que sería necesario seguir a los pacientes en el tiempo para poder determinar si se obtienen resultados comparables. Entre los cambios que si se reportaron durante la prueba de esfuerzo se encontraron las alteraciones del segmento ST o punto J en el 26.3% de los pacientes, hallazgo reportado por Rydberg (27) en su estudio, sin embargo no se encontró correlación entre dichos hallazgos y la capacidad funcional, sin embargo si tuvieron menor valor de METS, y de FCxTA.

La evidencia acerca del efecto de la presencia o ausencia de la fenestra en fisiología de Fontan, sobre la capacidad funcional no es contundente, en el presente estudio se encontró que los pacientes a los que se les realizó fenestración durante la cirugía presentaban menor desempeño en la prueba de esfuerzo con un menor valor de METS alcanzados, menor saturación durante el esfuerzo, mayor diferencia de saturación entre reposo y esfuerzo, menor reserva de frecuencia cardíaca y mayor TAS en reposo, lo que coincide parcialmente con los resultados de Wayne (24), que publicó que el desempeño en la prueba de esfuerzo mejoraba al cerrar la fenestra.

En nuestro estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la prueba de esfuerzo al comparar por grupos de acuerdo a la altitud de procedencia, al contrario de la evidencia consultada, como la publicada por Takken (28), que si reportaron diferencias con el incremento agudo de altitud, como el que pasan los pacientes que viven cercanos al nivel del mar al realizar la prueba en la Ciudad de México, aunque se considera que de manera ideal la prueba debería realizarse al mismo nivel de altitud en el que normalmente residen los pacientes, y esto podría realizarse en nuestro país si se descentralizaran los servicios de salud.

Al comparar los pacientes del sexo femenino con los del masculino no se encontraron diferencias para la clase funcional, el valor de METS, reserva cardíaca o variaciones en la saturación de oxígeno; pero sí para la saturación en reposo siendo menor en los pacientes de sexo masculino 90.36 vs 93.38 %, p 0.027, en los

artículos revisados no se reportan diferencias entre sexos, por lo que conviene tomar en cuenta este hallazgo para futuros estudios.

Paridon (36) en su estudio reporta disminución de la capacidad funcional con el paso de los años, posterior a la cirugía de Fontan, sin embargo en el estudio, al comparar por grupo de edades, no se encontraron diferencias para la clase funcional, el valor de METS, reserva cardíaca o variaciones en la saturación de oxígeno; únicamente para la tensión arterial diastólica en reposo, siendo menor en el grupo de 12 a 17 años, pero sin diferencias en la respuesta al esfuerzo.

Rychik (1) describe que tanto los pacientes con ventrículo único morfológicamente derecho como izquierdo, presentan alteraciones en la función sistólica y/o diastólica, sin reportarse en los estudios revisados diferencias significativas en la capacidad funcional de acuerdo al ventrículo dominante, hecho que coincide con los resultados del presente estudio. No se menciona el tercer grupo tomado en cuenta en este estudio, los pacientes con Fontan, biventriculares, y fue en este grupo que se se identificó una tendencia en la reserva de frecuencia cardíaca, reportándose mayor comparado con ventrículo derecho.

CONCLUSIONES

En la prueba de caminata de 6 minutos se encontró que los pacientes con fisiología univentricular alcanzan una media de 71.9% de la distancia esperada para la edad y talla de acuerdo a la fórmula de Geiger. La distancia recorrida y el porcentaje de la esperada en nuestra población fueron menores a las reportadas en otras poblaciones sanas y en pacientes con Fontan en los estudios consultados, este hallazgo abre la posibilidad de continuar el estudio para determinar que factores se asocian con dicha disminución. Se comprueba la hipótesis alternativa para la caminata de 6 minutos.

El incremento del gasto cardíaco en los pacientes con arritmias previo a la realización de la prueba depende de la respuesta vasopresora más que del incremento del cronotropismo.

En los pacientes con fenestra y procedimiento de Fontan se presenta una menor saturación en todos los momentos de la prueba de caminata de 6 minutos, menor distancia recorrida y menor porcentaje de la distancia recorrida con respecto a la esperada, así como un mayor grado de disnea posterior a la prueba.

No se reportaron diferencias entre sexo para la distancia recorrida o el porcentaje de distancia esperada, únicamente se reportó mayor frecuencia respiratoria en el sexo femenino y mayor escala de Borg en el masculino posterior a la prueba.

No se encontraron diferencias significativas al comparar la altitud del lugar de origen, sin embargo, si se evidenció tendencia con una menor distancia recorrida y porcentaje de distancia esperada para los pacientes que provienen de lugares cercanos al nivel del mar.

Al comparar a los pacientes por el grupo de edad se encontró diferencia significativa en la TAD en reposo y a los 5 minutos de la prueba, siendo menor en el grupo de 12 a 17 años, respecto a los menores de estas edades. Se evidenció tendencia de mayor distancia y porcentaje de distancia recorrida por el grupo de 6 a 11 años respecto a los mayores.

Los pacientes con ventrículo derecho dominante, tienen mayor FR en todos los momentos de la prueba, y tardan más en recuperar que los pacientes con ventrículo izquierdo dominante, también se encontró una mayor frecuencia cardíaca en los pacientes con VD dominante respecto a los biventriculares, posterior a la prueba. Al dividir los grupos de acuerdo al ventrículo dominante, no se encontraron diferencias significativas para la distancia recorrida, el porcentaje de distancia esperada, saturación, tensión arterial o escala de Borg.

Prueba de esfuerzo.

La mayoría de pacientes se clasificaron en clase funcional I, logrando el objetivo de frecuencia cardíaca durante el máximo esfuerzo, pero con reducción en la oximetría de pulso. Se acepta la hipótesis nula para la prueba de esfuerzo.

Ninguno de los participantes desarrolló arritmias o cambios relacionados con isquemia durante la prueba ni en el período de recuperación, pero se evidenció descenso en el ST en 26.3% de los pacientes, grupo que además presentó menor desempeño en la prueba de esfuerzo, con menor valor de METS y FCxTA.

Los pacientes en los que se realizó fenestración presentan menor valor de METS alcanzados en la prueba de esfuerzo, con una menor reserva de frecuencia cardíaca y saturación durante el esfuerzo.

No se encontró diferencia significativa en el desempeño en la prueba de esfuerzo de acuerdo a la altitud de procedencia, grupo de edades o ventrículo dominante.

Tanto la prueba de caminata de 6 minutos como la prueba de esfuerzo proveen información objetiva sobre la capacidad física de los pacientes, permitiendo que el equipo médico a cargo pueda identificar respuestas anormales al ejercicio, utilizar estos resultados como guía para la toma de decisiones del tratamiento, evaluar la eficacia de las intervenciones médicas y quirúrgicas, valorar eventos adversos relacionados al ejercicio, definir límites de seguridad individuales, y motivar a los pacientes para comprometerse con la práctica de actividad física. El presente estudio puede servir de base para continuar un protocolo de seguimiento en los pacientes con fisiología univentricular y así poder valorar la evolución de la capacidad funcional en esta población a lo largo del tiempo.

CRONOGRAMA

Duración	Diciembre 2020 – febrero 2021	Marzo - Abril 2021	Mayo 2021	Junio-Julio 2021	Agosto 2021
-----------------	--------------------------------------	---------------------------	------------------	-------------------------	--------------------

Búsqueda y recopilación de antecedentes y referencias					
Elaboración del marco teórico					
Elaboración del planteamiento de problema, justificación, objetivos, hipótesis, criterios de inclusión y exclusión					
Registro, presentación y revisión del protocolo por el comité de investigación					
Recolección de datos de expedientes					
Organización y análisis de resultados					
Elaboración de discusión y conclusiones					

Redacción del artículo científico					
Entrega del informe final, envío del artículo y realización de correcciones					

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rychik J, Atz AM, Celermajer DS, Deal BJ, Gatzoulis MA, Gewillig MH, et al. Evaluation and Management of the Child and Adult with Fontan Circulation: A Scientific Statement from the American Heart Association. Vol. 140, Circulation. 2019. 234–284 p.
2. Pujol C, Schiele S, Maurer SJ, Hock J, Fritz C, Hager A, et al. Patients with Single-Ventricle Physiology over the Age of 40 Years. J Clin Med. 2020;9(12):4085.
3. Fontan F, Baudet E. Surgical repair of tricuspid atresia. Thorax. 1971;26(3):240–8.
4. Cześniewicz PJ, Kusa J. Approaching the 50th anniversary of the first Fontan procedure. What is the current state of treatment provided to patients with functional single ventricles? Kardiochirurgia i Torakochirurgia Pol. 2017;14(3):186–91.
5. Gargiulo GD, Bassareo PP, Careddu L, Egidy-Assenza G, Angeli E, Calcaterra G. What have we learnt 50 years after the first Fontan procedure? J Cardiovasc Med. 2020;21(5):349–58.
6. Downing TE, Allen KY, Glatz AC, Rogers LS, Ravishankar C, Rychik J, et al. Long-term survival after the Fontan operation: Twenty years of experience at a single center. J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]. 2017;154(1):243-253.e2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.01.056>

7. Gewillig M, Brown SC, Eyskens B, Heying R, Ganame J, Budts W, et al. The Fontan circulation: Who controls cardiac output? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;10(3):428–33.
8. Gewillig M, Brown SC. The Fontan circulation after 45 years: Update in physiology. *Heart.* 2016;102(14):1081–6.
9. Senzaki H, Masutani S, Ishido H, Taketazu M, Kobayashi T, Sasaki N, et al. Cardiac Rest and Reserve Function in Patients With Fontan Circulation. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(12):2528–35.
10. Udholm S, Aldweib N, Hjortdal VE, Veldtman GR. Prognostic power of cardiopulmonary exercise testing in Fontan patients: A systematic review. *Open Hear.* 2018;5(1):1–10.
11. Ampuero C, Silva R, Valderrama P, Covarrubias E, Astudillo P, Zelada P, et al. Assessment of functional capacity among students with univentricular heart. *Arch Argent Pediatr.* 2020;118(5):343–7.
12. Dickstein K, Cohen-solal A, Filippatos G, McMurray JJ V, Ponikowski P, Poole-wilson P, et al. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica (2008). *Rev Española Cardiol.* 2008;61(12):1329.e1-1329.e70.
13. Hsu DT, Pearson GD. Heart failure in children part I: History, etiology, and pathophysiology. *Circ Hear Fail.* 2009;2(1):63–70.
14. Massin MM. The role of exercise testing in pediatric cardiology. *Arch Cardiovasc Dis* [Internet]. 2014;107(5):319–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2014.04.004>
15. Paridon SM, Alpert BS, Boas SR, Cabrera ME, Caldarera LL, Daniels SR, et al. Clinical stress testing in the pediatric age group: A statement from the American Heart Association council on cardiovascular disease in the young, committee on atherosclerosis, hypertension, and obesity in youth. *Circulation.* 2006;113(15):1905–20.

16. Chang RKR, Gurvitz M, Rodriguez S, Hong E, Klitzner TS. Current practice of exercise stress testing among pediatric cardiology and pulmonology centers in the United States. *Pediatr Cardiol.* 2006;27(1):110–6.
17. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American heart association. *Circulation.* 2013;128(8):873–934.
18. Sarma S, Levine BD. Beyond the Bruce Protocol: Advanced Exercise Testing for the Sports Cardiologist. *Cardiol Clin.* 2016;34(4):603–8.
19. Gumming GR, Everatt D, Hastman L. Bruce treadmill test in children: Normal values in a clinic population. *Am J Cardiol.* 1978;41(1):69–75.
20. Frenk Mora J, Ruelas Barajas E, Velázquez Berumen A. Guía tecnológica No. 23: Sistema de Prueba de Esfuerzo (GMDN 35198). 2005 p. 15.
21. Härtel JA, Herberg U, Jung T, Winkler C, Breuer J, Müller N. Physical activity and heart rate monitoring in Fontan patients – Should we recommend activities in higher intensities? *PLoS One.* 2020;15(1):1–16.
22. Hedlund ER, Söderström L, Lundell B. Appropriate heart rate during exercise in Fontan patients. *Cardiol Young.* 2020;30(5):674–80.
23. Loomba RS, Danduran ME, Dixon JE, Rao RP. Effect of Fontan fenestration on regional venous oxygen saturation during exercise: Further insights into Fontan fenestration closure. *Pediatr Cardiol.* 2014;35(3):514–20.
24. Mays WA, Border WL, Knecht SK, Gerdes YM, Pfriem H, Claytor RP, et al. Exercise capacity improves after transcatheter closure of the fontan fenestration in children. *Congenit Heart Dis.* 2008;3(4):254–61.
25. Ghosh RM, Gates GJ, Walsh CA, Schiller MS, Pass RH, Ceresnak SR. The Prevalence of Arrhythmias, Predictors for Arrhythmias, and Safety of Exercise Stress Testing in Children. *Pediatr Cardiol.* 2015;36(3):584–90.
26. Idorn L, Juul K, Jensen AS, Hanel B, Nielsen KG, Andersen H, et al.

Arrhythmia and exercise intolerance in Fontan patients: Current status and future burden. *Int J Cardiol* [Internet]. 2013;168(2):1458–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.12.055>

27. Rydberg A, Rask P, Teien DE, Hörnsten R. Electrocardiographic ST segment depression and clinical function in children with Fontan circulation. *Pediatr Cardiol*. 2003;24(5):468–72.
28. Takken T, Evertse A, de Waard F, Spoorenburg M, Kuijpers M, Schroer C, et al. Exercise responses in children and adults with a Fontan circulation at simulated altitude. *Congenit Heart Dis*. 2019;14(6):1005–12.
29. Di Maria M V., Patel SS, Fernie JC, Rausch CM. Exercise Performance at Increased Altitude After Fontan Operation: Comparison to Normal Controls and Correlation with Cavopulmonary Hemodynamics. *Pediatr Cardiol* [Internet]. 2020;41(3):642–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00246-020-02311-4>
30. Darst JR, Vezmar M, McCrindle BW, Manlhiot C, Taylor A, Russell J, et al. Living at an altitude adversely affects exercise capacity in Fontan patients. *Cardiol Young*. 2010;20(6):593–601.
31. Li AM, Yin J, Au JT, So HK, Tsang T, Wong E, et al. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176(2):174–80.
32. Issues S, Test MW, Equipment R, Preparation P. American Thoracic Society ATS Statement : Guidelines for the Six-Minute Walk Test. 2002 p. 111–7.
33. Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, et al. Six-Minute Walk Test in Children and Adolescents. *J Pediatr*. 2007;150:395–9.
34. Limsuwan A, Wongwandee R, Khowsathit P. Correlation between 6-min walk test and exercise stress test in healthy children. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2010;99(3):438–41.
35. Blanco Hernández G, Hernández Rodríguez H, Esmer C, Castro Grespan S,

Núñez Becerrad E, Bravo Orod A. Estandarización de la prueba de marcha de seis minutos en niños mexicanos sanos. *Rev Mex Neurocienc* [Internet]. 2017;18(3):11–23. Available from: www.revmexneuroci.com / ISSN 1665-5044

36. Paridon SM, Mitchell PD, Colan SD, Williams R V., Blaufox A, Li JS, et al. A Cross-Sectional Study of Exercise Performance During the First 2 Decades of Life After the Fontan Operation. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(2):99–107.