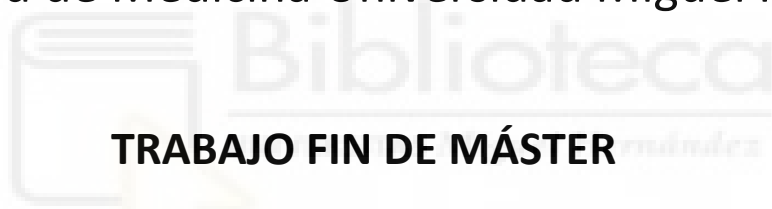


Revisión bibliográfica de la Insuficiencia Cardíaca Pediátrica Aguda

Facultad de Medicina Universidad Miguel Hernández



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN MEDICINA
DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS 2021-2022

Código OIR: TFM.MMU.FSF.GMM.220309

Alumno: Guillermo Moreno Montes

Tutor académico: Dr. Francisco Sánchez Ferrer

Presentación: 08 de septiembre de 2022

Resumen

La insuficiencia cardiaca pediátrica es una entidad patológica que, pese a su escasa prevalencia, condiciona una carga de morbimortalidad elevada, así como un importante requerimiento de recursos sanitarios. Dentro del abordaje de este síndrome, y con un punto de vista orientado al manejo de primera mano en la Urgencia y Emergencia, resulta esencial conocer las principales causas y mecanismos fisiopatológicos desencadenantes, así como los principales perfiles clínicos que permitan sistematizar y protocolizar el manejo de esta compleja patología. Se destacan dos perfiles clínicos principales sobre los que se estructura la presente revisión, los wet childrens, caracterizados por una sobrecarga de volumen y sus signos y síntomas asociados, y los cold childrens, caracterizados por hipoperfusión tisular. Además, dentro de cada perfil clínico se exponen las principales medidas terapéuticas cotejadas en la evidencia científica, empleando como estándar comparativo los tipos de recomendación y el nivel de evidencia del sistema GRADE, destacando en los pacientes wet childrens el empleo de diuréticos, principalmente diuréticos de asa, y en los cold childrens el empleo de soporte inotrópicos, destacando milrinona y dobutamina, así como el uso de vasodilatadores en combinación con inótrpos.

Abstract

Pediatric heart failure is a pathological entity that, despite its low prevalence, determines a high burden of morbidity and mortality, as well as an important requirement of health resources. Within the approach of this syndrome, and with a point of view oriented to first-hand management in Urgency and Emergency, it is essential to know the main causes and triggering pathophysiological mechanisms, as well as the main clinical profiles that allow systematizing and protocolizing the management of this complex pathology. Two main clinical profiles on which this review is structured stand out: wet children, characterized by volume overload and its associated signs and symptoms, and cold children, characterized by tissue hypoperfusion. In addition, within each clinical profile, the main therapeutic measures collated in the scientific evidence are presented, using the types of recommendation and the level of evidence of the

GRADE system as a comparative standard, highlighting in wet childrens patients the use of diuretics, mainly diuretics of asa, and in cold children the use of inotropic support, highlighting milrinone and dobutamine, as well as the use of vasodilators in combination with inotropes.

Palabras clave

Insuficiencia cardíaca pediátrica, cardiomiopatía, fallo cardíaco congénito, *wet childrens*, *cold childrens*, diuréticos, soporte inotrópico.



Índice

- Introducción y estado actual del tema
- Objetivo
- Métodos
- Revisión
- Discusión
- Conclusiones
- Bibliografía
- Anexos



Introducción y estado actual del tema

La insuficiencia cardíaca en pediatría es un síndrome complejo con diversas características fisiopatológicas y clínicas que resulta del fallo del corazón en su función, causando una situación de disfunción ventricular y una sobrecarga de volumen y presión, con los efectos deletéreos sistémicos posteriores [1]

La literatura describe dos causas principales de esta entidad patológica en pediatría; principalmente, cardiomiopatía y el fallo cardíaco congénito, aunque también se evidencian enfermedades infecciosas e inflamatorias, procesos oncoproliferativos, síndromes metabólicos, insuficiencia renal o casos de desnutrición [1,2]

La insuficiencia cardíaca secundaria a cardiomiopatía puede debutar en un rango de edad amplio, incluyendo el desarrollo fetal, mientras que el fallo cardíaco congénito presenta un máximo de incidencia en el primer año de vida extrauterina.

Respecto a la prevalencia del síndrome, en EE. UU y Australia se evidenció en la literatura una prevalencia similar de 1.2 casos/100.000 habitantes con una edad media de debut de 1.8 años [2] ; en Europa, se describe una variabilidad en la incidencia de 0.87/100.000 habitantes en Reino Unido e Irlanda a un 83.3/100.000 habitantes en España [2]; esta variabilidad de la incidencia entre países se debe en gran parte a los criterios diagnósticos, así como los protocolos de diagnóstico de cada país. Pese a estas escasas cifras de prevalencia e incidencia, se trata de una entidad que implica una gran carga asistencial y un importante aporte de servicios sanitarios, debido a que en comparación con la entidad en adultos los ratios de hospitalización, duración de la misma y mortalidad son, en proporción, mayores, lo que realza el motivo de revisar los principales tratamientos disponibles y el manejo de estos pacientes con el presente estudio.

En esta revisión, se realiza un enfoque a la insuficiencia cardíaca izquierda pediátrica en pacientes con fisiología biventricular; además, debido al ámbito de Urgencias y Emergencias en el que se adscribe este

proyecto, se revisará la terapéutica farmacológica en aquellos pacientes pediátricos con insuficiencia cardíaca aguda descompensada.

Objetivo

El objetivo del presente estudio es revisar el estado actual del abordaje terapéutico farmacológico de la insuficiencia cardíaca pediátrica aguda desde un punto de vista de Urgencias y Emergencias.

Métodos.

Para la realización de este estudio se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed® así como *The International Society for Heart and Lung Transplantation* (ISHLT). Para exponer el grado de evidencia científica de los resultados cotejados en la literatura se decide emplear el estándar *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) contenido y definido en la publicación seleccionada.

En la base de datos PubMed® se estimó como criterios de selección aquellos artículos definidos entre los años 2017 y 2022, ambos inclusive, que resultaran de la búsqueda de los siguientes descriptores de ciencias de la salud: *Pediatric Emergency Medicine* y *Heart Failure*.

De forma sintética, en el buscador de la base de datos se realizó, además, la búsqueda definida como "Pediatric Heart Failure guidelines". De dicha búsqueda bibliográfica definida entre los años 2017-2022, resultaron 235 artículos. Debido a limitación económica de acceso a las distintas revistas de investigación, se decide emplear como filtro la opción "Free full text", resultando un total de 130 artículos. A la hora de cribar el total de artículos se empleó como tamizaje el filtro "Best Match" que el motor de búsqueda contiene y que permite ordenar los artículos de mayor a menor coincidencia con el concepto de búsqueda referido.

Por último, de los 130 artículos resultantes ordenados según el citado filtro, se decide realizar una selección de 20 artículos que debido a título y resumen se adaptaban mejor a la revisión. Tras la lectura de los artículos fueron descartados doce debido a que no versaban acerca del tema de investigación,

resultando un total de ocho artículos analizados con la descrita estrategia de búsqueda y que presentaban mayor compatibilidad teórica con el objetivo del estudio.

En la posterior revisión, se empleará como criterio descriptivo y comparativo de la evidencia los tipos de recomendación y nivel de evidencia.

En el Anexo 1 se ilustra de una forma gráfica la estrategia de búsqueda descrita anteriormente.

Revisión

Dentro del síndrome clínico hay varios perfiles de pacientes descritos acorde a la fisiopatología y a los signos y síntomas evidenciados. Se describen cuatro subtipos acordes al estado de perfusión del paciente y al nivel de congestión cotejado en el enfermo.

En aquellos pacientes con un nivel adecuado de perfusión, los que presentan un nivel de congestión no patológico son denominados "*Warm and dry childrens*", y refleja el perfil clínico óptimo del paciente, bien perfundido y no congestivo, siendo la prevención de la descompensación aguda el objetivo del tratamiento [1,2,3,4,5,6]

Aquellos que presentan un nivel adecuado de perfusión, pero están muy congestivos, son denominados "*Warm and wet childrens*", término que refleja un adecuado estado de perfusión tisular pero un estado de congestión hídrica sintomática; el objetivo de tratamiento de estos pacientes será la depleción hídrica y el manejo convencional de su insuficiencia cardíaca [1,2,3,4,5,6]

Los pacientes que no tienen un estado adecuado de perfusión tisular pero no presentan signos de sobrecarga hídrica ni congestión, son los denominados "*Cold and dry childrens*" cuyo manejo es difícil debido al compromiso circulatorio por la baja perfusión y a un volumen circulante bajo [1,2,3,4,5,6]

Aquellos denominados "*Cold and wet childrens*", pese a un estado de baja perfusión presentan signos de sobrecarga, por lo que las posibilidades de tratamiento son mayores que en el tipo anterior, basadas en diuréticos y medidas de soporte hemodinámico [1,2,3,4,5,6]

Tras la descripción de los distintos perfiles clínicos de la insuficiencia cardíaca pediátrica aguda, se decide seleccionar los fenotipos “Warm and wet”, “Cold and dry” para describir las principales medidas terapéuticas evidenciadas en la literatura.

Además de esta clasificación fenotípica, acorde a la afectación ventricular es posible distinguir entre fallo de ventrículo derecho, con signos clínicos como la distensión yugular, hepatomegalia, edemas periféricos y ascitis, y fallo ventricular izquierdo que cursará con disnea, palidez, síncope y dificultad para realizar esfuerzos condicionados por la disnea, debido al fallo en el bombeo de dicho ventrículo hacia la circulación sistémica [2,3]

Para un diagnóstico clínico correcto de la entidad es necesario realizar una historia clínica pormenorizada, así como una exploración física compatible con el síndrome; dentro del abordaje inicial, la toma de constantes y monitorización es esencial, sobre todo tensión arterial y frecuencia cardíaca, para poder evaluar el perfil cardiovascular y hemodinámico del paciente de forma inicial. Además, resultan de utilidad pruebas complementaria como una radiografía de tórax, electrocardiograma, análisis de sangre en los que cotejar el péptido natriurético cerebral (BNP), así como un ecocardiograma transtorácico que pueda discernir la posible etiología y la función ventricular, estimando además la severidad de la insuficiencia cardíaca [1,2,3,4,5,6]

A la hora de establecer un tratamiento para la insuficiencia cardíaca aguda pediátrica resulta esencial abordar inicialmente la inestabilidad hemodinámica del paciente e intentar filiar una causa potencialmente reversible. Cabe destacar que, dentro del abordaje inicial, acorde a cada fenotipo descrito anteriormente es posible realizar un abordaje individualizado orientado a tratar la descompensación sea esta por sobrecarga de volumen (“wet childrens”) o por hipoperfusión tisular (“Cold childrens”) o su combinación. Además, se deberá realizar una monitorización hemodinámica continua con tensión arterial, frecuencia cardíaca y trazado de electrocardiograma que exponga cualquier situación susceptible de ser revertida a nivel cardiovascular; además, monitorización de la saturación de oxígeno [1,2,3,4,5,6]

A su vez, dentro de las medidas generales de abordaje de estos pacientes, se recomienda un soporte nutricional estimado en 150 kcal/kg/día en lactantes y de 25-30 kcal/kg/día en niños y adolescentes; se

recomienda un aporte de glúcidos inferior a 6 g/kg/día y de lípidos inferior a 2.5 g/kg/día, así como un aporte de aminoácidos de 1.2-1.5 g/kg/día, siendo necesario además el aporte de nutrientes específicos como carnitina o ubiquinona en los pacientes con fallo cardiaco secundario a metabolopatías [4]

Dentro del aporte nutricional, la reducción en la ingesta de sal se recomienda en pacientes que presenten signos clínicos de retención hídrica y edemas. En aquellos pacientes que pese a un tratamiento diurético pautado presentan hiponatremia y edemas que no responden a dicha terapia diurética, se recomienda la restricción hídrica [4,5]

La fluidoterapia es un apartado esencial, y debe ser individualizada acorde al perfil fisiopatológico del paciente. Es de suma importancia que en aquellos pacientes clasificados como *wet childrens* debe realizarse un abordaje de fluidoterapia restrictivo o bien valorar no iniciar dicha fluidoterapia; se trata de un perfil fisiopatológico en el que la sobrecarga de volumen, el pobre manejo de la misma y su escasa depleción condiciona el síndrome clínico, de manera que el aporte de fluidos empeoraría el nivel de sobrecarga, condicionando un posible edema agudo de pulmón que podría acabar en la muerte del paciente [4,5]

La oxigenoterapia estará indicada en pacientes con cardiopatía congénita no cianótica o en miocardiopatías cuando la saturación de oxígeno con una FiO₂ 0.21% sea inferior a 90%. En pacientes con cardiopatía congénita cianótica la oxigenoterapia no está indicada de forma general [4,5]

Pacientes con sobrecarga de volumen (Wet childrens)

A la hora de instaurar medicación en los pacientes pediátricos, de forma general se debe tener en cuenta que las dosis deben ser ajustadas acorde al peso del paciente, debido a las diferencias en cuanto a superficie corporal y masa de cada paciente pediátrico.

Dentro del manejo farmacológico de estos pacientes, se recomienda (Clase I de recomendación, nivel de evidencia C) el empleo de diuréticos en aquellos que presenten retención de fluidos, así como signos de disfunción ventricular hasta que se alcance un estado euvolemia; además del empleo de diuréticos, se debe hacer hincapié en la contraindicación de la fluidoterapia en estos pacientes, decisión terapéutica

indicada debido al estado de sobrecarga hídrica en el que la intención terapéutica será revertir dicho estado [1,2,3,4,5,6]

Los diuréticos de asa son empleados como fármacos de primera línea para incrementar la diuresis en pacientes pediátricos, aunque se destaca en la literatura la escasa evidencia acerca de las dosis y la posología a seguir en estos pacientes [1,4,5,6]. Además, se destaca la dificultad a la hora de cotejar la efectividad de la terapia en paciente pediátricos debida en parte a escasa colaboración del niño en la exploración, dificultad de cuantificar orina en pañales y signos físicos de sobrecarga de volumen distintos de los adultos, como es el ejemplo de la distensión venosa yugular. Por ello, se ha definido un concepto denominado Respuesta Diurética (Diuretic Responsiveness, DR) que en población adulta consiste en la variación neta de fluidos que es objetivada por el cambio de masa del paciente tras la administración de una dosis de 40 mg de furosemida [7]. Se indica que este concepto podría ayudar a predecir aquellos casos severos que requieran medidas terapéuticas más agresivas. Debido a que esta definición está referida en población adulta, hay que interpretarla con cautela, debido a que las dosis empleadas de diurético son impracticables en población pediátrica; por ello, en la literatura se destaca una adaptación del término como Respuesta Diurética pediátrica definida como la diferencia neta de carga hídrica del paciente, definida en mililitros, producida tras la administración de 1 mg/kg de furosemida o diurético equivalente [7]

Respecto a la posología, existe una distinción a la hora de administrar el diurético, sea ésta en bolo o mediante una perfusión continua; no se han descrito ni cotejado evidencias en la literatura que indiquen diferencias en cuanto a mortalidad entre ambas formas posológicas [1]

Cabe destacar que el empleo de diuréticos de asa genera tolerancia debida a la hipertrofia del túbulo distal, condicionando una reabsorción de sodio aumentada; a la hora de corregirlo, se pueden emplear dosis superiores del mismo diurético, rotación a otro diurético de asa más potente o la combinación de varios diuréticos [1]

Los diuréticos tiazídicos o tiazidas causan un aumento de excreción de agua, sodio, potasio e hidrogeniones, gracias a su acción en el túbulo distal inhibiendo la reabsorción de sodio; su uso suele

combinarse con el de un diurético de asa para conseguir una sinergia diurética [1,4,5,6]; cabe destacar que la evidencia reflejada en la literatura en población pediátrica es escasa, por lo que se extrapola de evidencia estudiada en población adulta.

Otro grupo farmacológico empleado y estudiado en la literatura son los antagonistas del receptor mineralocorticoide siendo espironolactona el más empleado en pediatría, con un efecto resultante del bloqueo del receptor de aldosterona en el túbulo distal, causando un aumento de la excreción de sodio y disminuyendo la excreción de potasio en orina (efectos antagónicos a aldosterona). Presentan una recomendación de Clase I con un nivel de evidencia C. Su uso está indicado en aquellos pacientes pediátricos con insuficiencia cardíaca que presenten signos de disfunción ventricular que presenten además signos y síntomas gastrointestinales como vómitos resultantes en una pérdida de potasio aumentada [1,4,5,6]

Metolazona es un diurético quinazolínico cuyo efecto es similar al de las tiazidas. Su mecanismo de acción es el bloqueo de la reabsorción de sodio tanto en región proximal, asa ascendente de Henle y región distal del túbulo; está indicado en aquellos pacientes en los que pese a la combinación de diuréticos de asa junto tiazidas a dosis máximas no se ha conseguido un adecuado balance hídrico; cabe destacar que su uso es exclusivo de aquellos pacientes que presenten tolerancia enteral ya que su vía de administración es la oral, con una posología de administración cada 12 horas. Su uso en el paciente pediátrico es limitado debido a las alteraciones electrolíticas que conlleva, por lo que a la hora de realizar un abordaje terapéutico con este medicamento es necesario cotejar iones, tensión arterial, urea y ácido úrico [1]

Los antagonistas de la vasopresina son una opción terapéutica con escaso respaldo en la literatura, presentando escasa evidencia de empleo en pacientes pediátricos [1]

Tolvaptán es la molécula más representada en literatura, con un efecto antagonista del receptor de vasopresina-2 en el túbulo colector, disminuyendo la reabsorción de agua libre por los canales de acuaporina. Su uso desencadena efectos deletéreos en el medio interno, generando hipernatremia y descenso en la osmolalidad sérica, debido a su efecto como diurético de agua libre puro [1]

Concluyendo, Tolvaptán no presenta recomendación de uso en la insuficiencia cardíaca pediátrica aguda.

Pacientes con compromiso circulatorio (Cold childrens)

A la hora de realizar un abordaje terapéutico de estos pacientes en la literatura se evidencia la recomendación de uso de soporte inotrópico; con un tipo de recomendación Clase I (recomendación fuerte) y un nivel de evidencia C, se indica su uso en pacientes pediátricos en situación de shock cardiogénico. Con un tipo de recomendación Clase II (recomendación moderada) y nivel de evidencia C, se recomienda su empleo en pacientes pediátricos con gasto cardiaco descendido que condicione una hipoperfusión orgánica [1,4,5,8,9]

El empleo de amins inotrópicas condiciona la necesidad de emplear mayores dosis cada cierto tiempo para conseguir el mismo efecto, fenómeno denominado taquifilaxia. Por ello, se condiciona a ser empleadas durante periodos cortos de tiempo que permitan estabilizar hemodinámicamente al paciente mientras se investigan y se tratan causas desencadenantes o como terapia puente hacia otros tratamientos definitivos.

Respecto a la elección de la amina inotrópica, se recomienda (Clase IIa con nivel de evidencia C) el empleo de milrinona o dobutamina como primera línea de uso [1,5]

Milrinona es un fármaco con una vía de administración intravenosa cuyo mecanismo de acción resulta de la inhibición de las fosfodiesterasas del miocardio y de la vasculatura, ejerciendo una disminución de las resistencias vasculares arteriales sistémicas y pulmonares; además, tiene efecto inótropo y lusótropo positivo (aumenta la contractilidad del miocardio y aumenta la relajación miocárdica), siendo de elección en los pacientes descritos como *Cold Childrens* [1,5,8,9]

Dobutamina ejerce su mecanismo de acción actuando sobre los receptores β -1 del miocardio, lo que trasciende en un efecto inótropo y cronótropo positivo (aumenta la contractilidad miocárdica y la frecuencia cardiaca). Cabe destacar que, según la dosis empleada, dobutamina ejerce un efecto β -2 periférico (vasodilatador periférico) o α -1 (vasoconstrictor periférico), por lo que en aquellos pacientes con hipotensión se debe tener precaución a la hora de administrar dosis inferiores a 5 microgramos/kg/minuto (debido a que en este rango de dosis el efecto predominante es el β -2 periférico) [1,5]

Además de esta precaución, se debe tener en cuenta en la Historia Clínica si el paciente está en tratamiento con beta-bloqueantes, debido a que se puede condicionar un efecto predominante α -1 periférico (debido al bloqueo beta instaurado por la medicación mencionada), ejerciendo un efecto deletéreo en la perfusión sistémica por vasoconstricción [1]

Pese a lo descrito anteriormente, resulta un fármaco efectivo a la hora de incrementar el volumen sistólico que, junto a su efecto cronótropo positivo, resulta en un incremento del gasto cardiaco (siendo gasto cardiaco el producto del Volumen sistólico y la frecuencia cardiaca).

Adrenalina es otro de los fármacos empleables en el tratamiento de estos pacientes; es una catecolamina que actúa a nivel de miocardio activando los receptores β -1 y causando un efecto inótropo positivo con cualquier rango de dosis; sin embargo, los efectos sobre las resistencias vasculares periféricas sí son dependientes del rango de dosis, de manera que dosis del rango de 0.05-0.1 mg/kg/minuto también se estimularán los receptores β -2 periféricos causando vasodilatación periférica y disminuyendo las resistencias vasculares periféricas. Sin embargo, con dosis mayores a 0.1 mg/kg/min se ejercerá un efecto eminentemente alfa-adrenérgico, causando vasoconstricción y aumento de resistencias vasculares periféricas [1,5,8,9]

El último fármaco de soporte inotrópico destacable en la literatura analizada es dopamina. Este fármaco también posee una modulación de efecto dependiente del rango de dosis administrado; administrada a dosis inferiores a 3 microgramos/kg/min, ejercerá una acción eminentemente renal, activando los receptores de dopamina D1 con la consecuente vasodilatación aferente renal y aumento del flujo sanguíneo hacia riñón; con dosis entre 3-10 microgramos/kg/min se produce un efecto β -1 sobre el miocardio, aumentando inotropismo y cronotropismo; con dosis superiores a 10 microgramos/kg/min se ejercerá además estímulo sobre los receptores alfa adrenérgicos de la vasculatura periférica, promoviendo vasoconstricción y aumentando las resistencias vasculares periféricas [1,5,8,9]

Además del soporte inotrópico, se destaca que en aquellos pacientes que presentan insuficiencia cardíaca aguda con marcada sobrecarga de volumen, siempre que el paciente no presente hipotensión, se recomienda con una clase de recomendación I y un nivel de evidencia C el empleo de fármacos

vasodilatadores. Como principios activos se exponen en la literatura nitroglicerina y nitroprusiato; con esta modalidad terapéutica se consigue aumentar el gasto cardíaco y un descenso de la presión capilar pulmonar, sin aumento de demanda de consumo de oxígeno por parte del miocardio [1,5]

Cabe destacar que la terapia vasodilatadora debe ser valorada conjuntamente con un abordaje de soporte inotrópico debido al descenso en la precarga secundario al empleo de vasodilatadores.

Discusión

Dentro del abordaje inicial de este síndrome, el manejo diagnóstico será el resultante de la anamnesis y exploración física que evidencie síntomas y signos de insuficiencia cardíaca junto con radiografía de tórax que valore signos de sobrecarga hídrica a nivel pulmonar (principalmente en los *wet childrens*), ECG, ecocardiografía para valoración de cavidades cardíacas y función sistólica, así como determinaciones analíticas, donde se destaca principalmente el péptido natriurético cerebral (BNP).

En el caso de los *wet childrens*, los hallazgos sugestivos en las pruebas diagnósticas objetivarán signos de sobrecarga de volumen a nivel de radiografía de tórax (aparición de líneas B de Kerley, derrames incipientes o imagen de edema pulmonar) así como signos de sobrecarga de cavidades cardíacas en la ecocardiografía, principalmente.

En los *cold childrens*, los hallazgos principales mostrarán un paciente mal perfundido, con extremidades frías, relleno capilar enlentecido, así como signos de hiperdinamia con taquicardia y tensiones diastólicas aumentadas por vasoconstricción periférica debido al estado de hipoperfusión generalizada que condicionaría una redistribución de la circulación sistémica a órganos vitales (cerebro, pulmón y riñón).

En la ecocardiografía, se objetivará volumen de cavidades cardíacas disminuido.

Además de este abordaje diagnóstico del síndrome y del perfil del paciente, se deben analizar posibles causas desencadenantes que con su corrección permitan la resolución del cuadro clínico.

A la hora de abordar la insuficiencia cardíaca aguda pediátrica, y una vez realizada una correcta anamnesis y exploración física del paciente así como solicitud de pruebas complementarias, resulta de utilidad el empleo de la clasificación fisiopatológica mencionada que permite encuadrar al paciente en las cuatro

clases mencionadas, de las que la literatura expone y trata principalmente dos; los "*wet childrens*" y los "*Cold childrens*" según presenten una sobrecarga de fluidos o una perfusión tisular comprometida por el fallo cardíaco respectivamente.

Como medidas generales, se debe realizar un abordaje terapéutico orientado principalmente a estabilizar hemodinámicamente al paciente y a identificar cualquier causa desencadenante que pueda ser corregida y permita la resolución del cuadro clínico.

Respecto a las medidas iniciales, se destaca la monitorización hemodinámica del paciente, así como la corrección de la saturación de oxígeno; también se debe mencionar el papel de la nutrición del paciente, ya que, aunque en el momento agudo no resulte esencial, sí lo es de cara a asegurar una correcta estabilización del paciente en un segundo tiempo, tal y como se ha mencionado anteriormente, teniendo en cuenta el papel del sodio aportado y el balance hídrico individualizado a cada paciente.

Respecto al empleo de fármacos, y teniendo en cuenta la división fisiopatológica antes mencionada, se ilustra en la literatura dos principales modalidades de tratamiento según dicha división. Dentro de los pacientes con predominio de sobrecarga de volumen (*wet childrens*) se emplearán principalmente diuréticos (recomendación fuerte de clase I y nivel de evidencia C), mientras que en aquellos con disminución de la perfusión tisular (*Cold childrens*) se empleará soporte inotrópico con amins (recomendación fuerte de clase I con nivel de evidencia C en los pacientes con shock cardiogénico inicial; recomendación moderada de clase II con nivel de evidencia C en pacientes con bajo gasto cardíaco que condiciona una perfusión tisular comprometida).

A la hora de seleccionar el diurético en los *wet childrens* se recomienda de inicio el empleo de diuréticos de asa en monoterapia o combinados con diuréticos tiazídicos. Debe tenerse en cuenta que los diuréticos de asa a dosis altas pueden generar hipokaliemia en el paciente pediátrico, por lo que al indicar monoterapia con diurético de asa en realidad se debe indicar la combinación de dicho diurético junto a un antagonista del receptor mineralocorticoide como es espironolactona que permite la recaptación de potasio a nivel renal. Además de los tres fármacos mencionados y como segunda línea de intervención se encuentran metolazona, aunque con escasa evidencia de empleo en pacientes pediátricos, y la

vasopresina como opciones a pacientes que no han respondido de forma satisfactoria a los dos diuréticos principales comentados.

Para evaluar la efectividad de la terapia diurética, se destaca el empleo del ítem denominado Respuesta Diurética, con el fin de evaluar la respuesta al principal diurético empleado (furosemida), permitiendo una predicción aproximada de los pacientes que podrían evolucionar mal.

Respecto al empleo de soporte inotrópico se indica con un grado de recomendación IIa moderada y un nivel de evidencia C prioritariamente el empleo de milrinona y dobutamina; en segunda línea de empleo, quedaría el empleo de adrenalina y dopamina. Cabe destacar acorde a lo indicado anteriormente, que esta terapia puede ser combinable al empleo de vasodilatadores en aquellos casos con insuficiencia cardíaca aguda sin hipotensión, con un grado de recomendación I fuerte y un nivel de evidencia C.

Conclusiones

En el abordaje de la insuficiencia cardíaca pediátrica aguda resulta útil la clasificación del paciente según su perfil fisiopatológico para abordar de forma individualizada el caso.

Dentro de las medidas iniciales, la monitorización y el soporte hemodinámico resultan esenciales, así como el apartado nutricional y el balance hídrico y de medio interno en un segundo tiempo.

El abordaje farmacológico de los dos principales grupos fisiopatológicos pasa por el empleo de diuréticos en aquellos pacientes con sobrecarga de volumen (*wet patients*) en los que se recomienda prioritariamente diuréticos de asa (furosemida) y tiazidas, así como el empleo de soporte inotrópico en los pacientes con bajo gasto cardíaco con hipoperfusión tisular (*Cold childrens*), siendo recomendadas prioritariamente el empleo de milrinona y dobutamina, así como el empleo de vasodilatadores acorde al estado tensional del paciente.

Por último, destacar que la evidencia de la literatura es limitada debido a que el nivel máximo de evidencia obtenido es de tipo C, proveniente en su mayoría de datos extrapolados de estudios realizados en paciente adulto.

Bibliografía

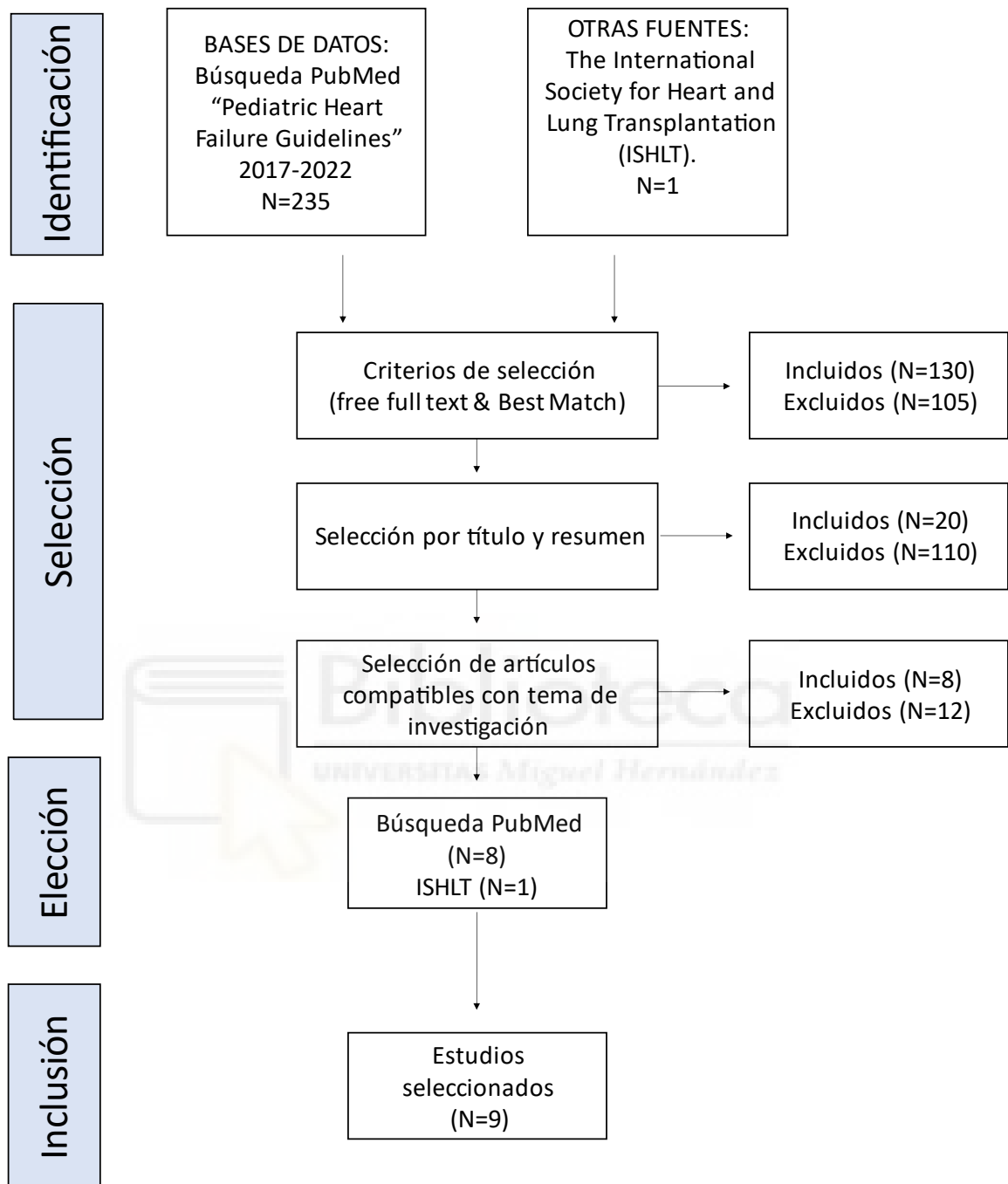
- 1- Ahmed H, VanderPluym C. Medical management of pediatric heart failure. *Cardiovasc Diagn Ther.* febrero de 2021;11(1):323-35.
- 2- Loss KL, Shaddy RE, Kantor PF. Recent and Upcoming Drug Therapies for Pediatric Heart Failure. *Front Pediatr.* 11 de noviembre de 2021; 9:681224.
- 3- Das B. Current State of Pediatric Heart Failure. *Children.* 28 de junio de 2018;5(7):88.
- 4- Masarone D, Valente F, Rubino M, Vastarella R, Gravino R, Rea A, et al. Pediatric Heart Failure: A Practical Guide to Diagnosis and Management. *Pediatrics & Neonatology.* agosto de 2017;58(4):303-12.
- 5- Kirk R, Dipchand AI, Rosenthal DN, Addonizio L, Burch M, Chrisant M, et al. The International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for the management of pediatric heart failure: Executive summary. *The Journal of Heart and Lung Transplantation.* septiembre de 2014;33(9):888-909.
- 6- Kantor PF, Lougheed J, Dancea A, et al. Presentation, diagnosis, and medical management of heart failure in children: Canadian Cardiovascular Society guidelines. *Can J Cardiol* 2013; 29:1535-52.
- 7- Price JF, Younan S, Cabrera AG, et al. Diuretic Responsiveness and Its Prognostic Significance in Children With Heart Failure. *J Card Fail* 2019; 25:941-7.
- 8- Apostolopoulou SC, Vagenakis GA, Tsoutsinos A, Kakava F, Rammos S. Ambulatory intravenous inotropic support and or levosimendan in pediatric and congenital heart failure: safety, survival, improvement, or transplantation. *Pediatr Cardiol.* (2018) 39:1315–22. doi: 10.1007/s00246-018-1897-5.
- 9- Bistola V, Arfaras-Melainis A, Polyzogopoulou E, et al. Inotropes in Acute Heart Failure: From Guidelines to Practical Use: Therapeutic Options and Clinical Practice. *Card Fail Rev* 2019; 5:133-9.
- 10- Felker GM, Benza RL, Chandler AB, et al. Heart failure etiology and response to milrinone in decompensated heart failure: results from the OPTIME-CHF study. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41:997-1003.

- 11- Robel-Tillig E, Knupfer M, Pulzer F, et al. Cardiovascular impact of dobutamine in neonates with myocardial dysfunction. *Early Hum Dev* 2007; 83:307-12.
- 12- Bonnet D, Berger F, Jokinen E, Kantor PF, Daubeney PEF. Ivabradine in Children With Dilated Cardiomyopathy and Symptomatic Chronic Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology*. septiembre de 2017;70(10):1262-72.
- 13- Alabed S, Sabouni A, Al Dakhoul S, Bdaiwi Y. Beta-blockers for congestive heart failure in children. Cochrane Heart Group, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 23 de julio de 2020 [citado 22 de junio de 2022]; Disponible en: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007037.pub4>
- 14- Rossano JW, Singh TP, Cherikh WS, Chambers DC, Harhay MO, Hayes D Jr, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: twenty second pediatric heart transplantation report - (2019) Focus theme: donor and recipient size match. *J Heart Lung Transplant*. (2019) 38:1028–41. doi: 10.1016/j.healun.2019.08.002.
- 15- Pierpont ME, Brueckner M, Chung WK, Garg V, Lacro RV, McGuire AL, et al. Genetic basis for congenital heart disease: revisited: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. (2018) 138: e653–711. doi: 10.1161/CIR.0000000000000606.
- 16- Cox GF, Sleeper LA, Lowe AM, Towbin JA, Colan SD, Orav EJ, et al. Factors associated with establishing a causal diagnosis for children with cardiomyopathy. *Pediatrics*. (2006) 118:1519–31. doi: 10.1542/peds.2006-0163.
- 17- Pacifici GM. Clinical pharmacology of the loop diuretics furosemide and bumetanide in neonates and infants. *Paediatr Drugs* 2012; 14:233-46.
- 18- On behalf of the section Respiratory Failure of the European Society for Paediatric and Neonatal Intensive Care, Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, Jarreau PH, Javouhey E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med*. diciembre de 2017;43(12):1764-80.

- 19- Rodriguez-Gonzalez M, Castellano-Martinez A, Cascales-Poyatos HM, Perez-Reviriego AA. Cardiovascular impact of COVID-19 with a focus on children: A systematic review. WJCC. 6 de noviembre de 2020;8(21):5250-83.



Anexos



Anexo 1. Estrategia de búsqueda