




## REVISÕES SISTEMÁTICAS

# Manejo anestésico de neonatos submetidos a cateterismo cardíaco diagnóstico e terapêutico: uma revisão sistemática da literatura<sup>☆</sup>



Lina M. Valencia-Arango<sup>a</sup>, Angélica P. Fajardo-Escolar<sup>a</sup>,  
Juan C. Segura-Salguero<sup>a</sup>, Santiago Sáenz-Quispe<sup>a</sup>, Carolina Rincón-Restrepo<sup>a</sup>,  
Adriana Posada<sup>b</sup>, Vivian Ronderos<sup>b</sup> e Ana H. Perea-Bello <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Hospital Universitario San Ignacio. Universidad Javeriana, Facultad de Medicina, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Javeriana. Facultad de Medicina, Bogotá, Colombia

Recebido em 2 de julho de 2019; aceito em 20 de março de 2020  
Disponível na Internet em 18 de junho de 2020

### PALAVRAS-CHAVE

Cateterismo cardíaco;  
Recém-nascido;  
Prematuro;  
Anestesia;  
Cuidados  
perioperatórios;  
Doenças cardíacas

### Resumo

**Introdução:** Vários procedimentos de cardiologia intervencionista são necessários em neonatos com doença cardíaca congênita. Os procedimentos de cardiologia intervencionista têm um risco maior de parada cardíaca em comparação com outras intervenções. Atualmente, há grande heterogeneidade no manejo perioperatório de neonatos com doença cardíaca congênita submetidos a cateterismo cardíaco diagnóstico ou cateterismo cardíaco terapêutico.

**Objetivo:** Objetivo principal: fornecer uma revisão sistemática do manejo anestésico e perioperatório mais efetivo e/ou seguro em neonatos com doença cardíaca congênita submetidos à cateterismo cardíaco diagnóstico ou cateterismo cardíaco terapêutico. Objetivo secundário: Identificar os medicamentos usados, parâmetros monitorizados e manejo das vias aéreas utilizado na população estudada.

**Desenho:** Revisão sistemática da literatura.

**Local:** Laboratório de hemodinâmica e cateterismo cardíaco.

**Método:** Foi realizada busca na literatura (Dezembro de 2017) nos seguintes bancos de dados eletrônicos: Medline, EMBASE, ScienceDirect, BIREME-Lilacs-Biblioteca Virtual de la Salud, Cochrane Database of Systematic Reviews, Database of Abstracts of Reviews of Effects e Health Technology Assessment Database.

**Resultados principais:** Dos 130 registros identificados, quatro estudos obedeceram aos critérios de inclusão e de avaliação de qualidade. Nenhum dos estudos foi relevante para o objetivo principal. Em relação aos objetivos secundários, um estudo comparou a eficácia e os efeitos adversos da cetamina racêmica e seu enantiômero S(+) cetamina, um estudo relatou a eficácia da anestesia subaracnóidea em crianças de alto risco submetidas ao cateterismo cardíaco

<sup>☆</sup> Department of Anesthesia, Javeriana University School of Medicine, Bogotá, Colombia.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [perea.a@javeriana.edu.co](mailto:perea.a@javeriana.edu.co) (A.H. Perea-Bello).

diagnóstico, um estudo identificou os fatores associados à maior gravidade de eventos adversos relacionados à sedação, anestesia e vias aéreas, e um estudo analisou retrospectivamente os procedimentos de cateterismo cardíaco em neonatos com peso inferior a 2,5 kg.

**Conclusão:** Não há recomendações com base em evidências disponíveis para neonatos com doença cardíaca congênita submetidos a cateterismo cardíaco. Mais estudos são necessários para avaliar o manejo anestésico e perioperatório ideal nessa população.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Cardiac catheterization; Newborn infant; Premature infant; Anesthesia; Perioperative care; Heart diseases

## Anesthetic management of neonates undergoing diagnostic and therapeutic cardiac catheterization: a systematic literature review

### Abstract

**Background:** Several interventional cardiology procedures are required in neonates with congenital heart disease. Interventional cardiology procedures have a higher risk of cardiac arrest compared to other interventions. At present, there is great heterogeneity in the perioperative management of congenital heart disease neonates undergoing diagnostic cardiac catheterization or therapeutic cardiac catheterization.

**Study objectives:** Primary aim: Provide a systematic review of the most effective and/or safe anesthetic and perioperative management in neonates with congenital heart disease who undergo diagnostic cardiac catheterization or therapeutic cardiac catheterization. Secondary aim: Identify the medications, monitoring parameters and airway management used in the same population.

**Design:** Systematic literature review.

**Setting:** Catheterization laboratory.

**Methods:** Literature was searched (December 2017) in electronic databases Medline, EMBASE, ScienceDirect, BIREME-Lilacs-Biblioteca Virtual de la Salud, Cochrane Database of Systematic Reviews, Database of Abstracts of Reviews of Effects and Health Technology Assessment Database.

**Main results:** From 130 records identified, four studies met inclusion criteria and quality assessment. None of the studies were relevant to the primary objective. Regarding the secondary objectives, one study compared the efficacy and adverse effects of racemic ketamine and its S(+) ketamine enantiomer, one study reported the efficacy of subarachnoid anesthesia for high-risk children undergoing diagnostic cardiac catheterization, one study identified the factors associated to high severity adverse events related to sedation, anesthesia and airway, and one study retrospectively analyzed cardiac catheterization procedures in neonates weighing less than 2.5 kg.

**Conclusion:** There are no evidence-based recommendations available for congenital heart disease neonates undergoing cardiac catheterization. More studies are required to evaluate the ideal anesthetic and perioperative management in this population.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

Os neonatos com Cardiopatia Congênita (cc) que requerem Procedimentos de Cardiologia Intervencionista (PCI) apresentam alta probabilidade de complicações e desfechos fatais. Comparados a outras intervenções realizadas fora da sala de cirurgia, os PCIs associam-se ao aumento no risco de parada cardíaca de até 9,3 vezes<sup>1</sup> e, embora a mortalidade média no Laboratório de Cateterismo (LC) seja baixa (0,2%-0,29%), as taxas de mortalidade em pacientes que sofrem parada circulatória ou que apresentam eventos com risco de vida aumentam entre 15% e 19%.<sup>2</sup>

Esses pacientes representam um autêntico desafio para o anesthesiologista. Além de enfrentar as limitações do CL,<sup>3,4</sup> o anesthesiologista deve compreender a fisiopatologia desse grupo diversificado de doenças e o efeito da intervenção e dos agentes anestésicos no paciente. Tudo isso é necessário para que se obtenha adequado atendimento perioperatório, definido como imobilidade do paciente, estabilidade hemodinâmica, controle da dor e manutenção do equilíbrio ácido-base.

Atualmente, não há diretrizes específicas para o tratamento perioperatório de neonatos com CC submetidos a Cateterismo Cardíaco Diagnóstico (CCD) ou Cateterismo

Cardíaco Terapêutico (CCT) em um espaço específico como o LC. Além disso, existe uma grande heterogeneidade das técnicas anestésicas utilizadas nesses pacientes.<sup>5</sup> Esta revisão sistemática tem como objetivo determinar a técnica anestésica mais eficaz e/ou segura e o manejo perioperatório para recém-nascidos com CC submetidos a CCD ou CCT.

## Objetivo

### Objetivo primário

Identificar o manejo anestésico e perioperatório mais eficaz e/ou seguro em neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT.

### Objetivos secundários

Identificar os medicamentos utilizados na técnica anestésica em neonatos e as doses e vias de administração recomendadas.

Identificar os medicamentos vasoativos usados no tratamento de neonatos, se necessário, e a dose recomendada.

Definir os parâmetros de monitoramento em neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT.

Identificar o manejo de vias aéreas em neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT.

## Método

### Desenho do estudo

Desenvolvemos a revisão sistemática obedecendo às diretrizes estabelecidas no PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Guidelines*.<sup>6</sup>

### Critérios de inclusão

Estudos descrevendo ou comparando diferentes técnicas anestésicas empregadas em neonatos a termo ou prematuros com CC durante realização de CCD ou CCT, e estudos relatando a efetividade e os efeitos adversos associados a cada técnica anestésica.

Estudos descrevendo ou comparando diferentes tipos de monitorização intraoperatória e/ou manejo das vias aéreas em neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT.

Estudos descrevendo ou comparando o uso de vasopressores e/ou medicamentos inotrópicos em neonatos com CC submetidos à CCD e/ou CCT.

Tipos de estudos aceitos: Estudos clínicos controlados e estudos de coorte. Antecipávamos a ausência de estudos em número suficiente para responder à pergunta da pesquisa, portanto decidimos incluir estudos de controle de casos, séries de casos e relatos de caso.

Tipo de população a ser estudada: A população alvo foi a de neonatos a termo ou prematuros com CC submetidos à CCD ou CCT.

### Critérios de exclusão

Cartas ao Editor e estudos de revisão não sistemática.

## Tipos de intervenções

Para o objetivo principal, estudos descrevendo ou dando recomendações sobre técnica anestésica em neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT.

Para os objetivos secundários, as intervenções a serem avaliadas foram comparações ou descrições de diferentes técnicas anestésicas usadas para neonatos com CC submetidos à CCD ou CCT, estratégias de manejo das vias aéreas, tipos de monitorização utilizados durante e após o procedimento, critérios de seleção, dose, se necessário, e via de administração de medicamentos vasoativos.

## Tipos de desfechos a serem medidos

Para o objetivo principal, os desfechos a serem medidos foram taxa ou porcentagem de sucesso (definida pela imobilidade do paciente ou conclusão do procedimento) e taxa ou porcentagem de complicações relacionadas à técnica anestésica para procedimentos.

Para os objetivos secundários, drogas anestésicas utilizadas, dosagem, via de administração; taxas de sucesso e complicações entre as diferentes estratégias de manejo das vias aéreas (respiração espontânea vs. via aérea artificial), intervenções que permitam medir a necessidade e a segurança do uso de monitorização invasiva vs. não invasiva e qualquer desfecho que permita a inferência da indicação, dose, via de administração, tipo de medicamento vasoativo utilizado e complicações associadas ao medicamento.

## Coleta e análise de dados

Após a aprovação do Comitê de Pesquisa Institucional (Ref. 2017/10), foi elaborada uma estratégia empregando-se MeSH e termo de consentimento que descreviam a população e as intervenções (*tabela 1S, Dados Suplementares*). Empregamos filtro de alta sensibilidade para pesquisar a literatura nos seguintes bancos de dados: Medline, EMBASE, ScienceDirect, BIREME-Lilacs-Biblioteca Virtual de la Salud, Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE) e Health Technology Assessment Database (HTA). A busca foi limitada a estudos publicados entre 1º de Janeiro de 2000 e 31 de Dezembro de 2017, realizados em seres humanos com idade entre 0 e 30 dias e sem nenhuma outra restrição. Completou-se com busca manual (método “bola de neve”) em que foram consideradas as referências dos artigos incluídos, aplicando os mesmos critérios de seleção indicados acima.

A seleção inicial dos artigos foi feita por título e depois por resumo, obedecendo-se os critérios de inclusão e exclusão, e o texto completo dos estudos selecionados foi obtido (*fig. 1A*). Para obter os textos completos quando estes não estavam disponíveis ao público, contatamos os autores. Dúvidas sobre a inclusão de alguns artigos foram resolvidas por concordância entre dois autores.

As informações relevantes foram extraídas dos estudos selecionados e registradas em formatos padronizados SIGN50<sup>7</sup> e em tabelas de evidências (formato obtido no NICE).<sup>8</sup> Um novo formato foi desenvolvido para registrar as informações das séries de casos e dos relatos de casos (dados suplementares). Foram coletadas as

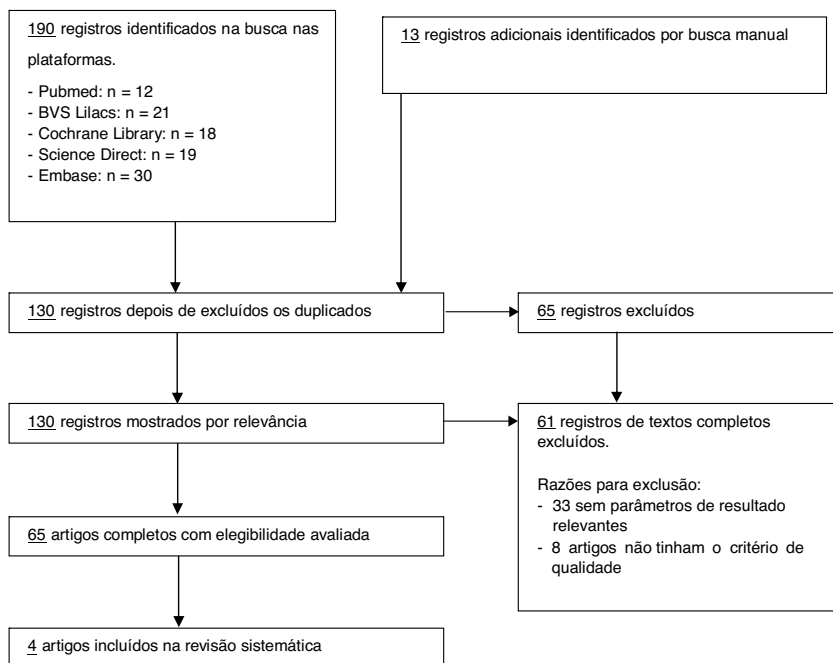


Figura 1 Fluxograma PRISMA para estudos incluídos.

seguintes informações: dados do paciente, técnica anestésica e medicação (com efetividade definida pela imobilidade do paciente ou realização completa do procedimento), método de monitorização, técnica de manejo das vias aéreas e uso de medicações vasoativas, registro de eficácia e segurança (definidas pelo risco de complicações como: hipotensão, diminuição da saturação de oxigênio, parada cardíaca e/ou hipercapnia).

Foi avaliada a qualidade de cada artigo e o nível de evidência foi atribuído de acordo com a classificação do *Oxford Center for Evidence-Based Medicine*.<sup>9</sup>

## Resultados

### Seleção do estudo

A busca eletrônica inicial encontrou 190 estudos e mais 13 artigos foram encontrados através da revisão de referências (metodologia “bola de neve”). Após remover as duplicatas, 130 títulos e resumos foram revisados para verificar a relevância para os objetivos primários e secundários. Nenhum estudo foi relevante para o objetivo principal. Em relação aos objetivos secundários, foi obtido o texto completo de 65 registros e outros 65 foram excluídos. Desses 65 registros, o texto completo foi lido: 33 não descreveram resultados relevantes e 28 não cumpriram os critérios de qualidade. Assim, restaram quatro artigos com qualidade suficiente que continham informações relevantes para serem incluídos na análise final de nossos objetivos secundários (fig. 1 A).

### Características dos estudos incluídos

A tabela 1A descreve as características dos quatro estudos incluídos: duas séries de casos, uma coorte e um ensaio clínico.

### Técnica anestésica e medicamentos anestésicos

No estudo clínico randomizado, duplo-cego, conduzido por Pees et al.,<sup>10</sup> a eficácia e os efeitos adversos da cetamina racêmica e de seu enantiômero S(+) cetamina foram comparados nos procedimentos CCD e CCT em neonatos e crianças entre 0-11 anos de idade. Um total de 100 pacientes foram randomizados para receber midazolam mais cetamina racêmica ou S(+) cetamina na dose de 1 mg.kg<sup>-1</sup>, dependendo do grupo de estudo, mais uma dose de reforço de 0,5 mg.kg<sup>-1</sup> e midazolam a cada 30 minutos, de acordo com o nível de sedação. Os resultados mostram que doses significativamente menores de S(+) cetamina foram necessárias em comparação com a cetamina racêmica no grupo de 0-1 ano; não foram encontradas diferenças significantes com os outros grupos etários na análise do subgrupo (2,97 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> vs. 2,36 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, respectivamente), e a razão entre potência estimada da analgesia e da sedação foi calculada em 1,4:1. Intervenções diagnósticas e não dolorosas, como fechamento de ducto ou de defeito do septo atrial, exigiram doses mais baixas de analgesia/sedação em comparação com procedimentos mais dolorosos, como dilatação de grandes artérias com balão ( $p=0,043$ ). O tempo médio de despertar após a última dose foi de 127 minutos e 96 minutos para os grupos cetamina racêmica e cetamina S(+), respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa. Efeitos adversos graves foram mais comuns com a solução racêmica. Os autores concluíram que a S(+) cetamina é altamente eficiente na analgesia/sedação em neonatos e crianças para procedimentos de CCD e CCT. Além disso, a S(+) cetamina permite respiração espontânea com baixo risco de efeitos adversos graves (necessidade de intubação orotraqueal, obstrução das vias aéreas ou alergia) quando comparada com a cetamina racêmica. Com relação à qualidade do estudo, ele apresenta um alto risco de viés de seleção, pois o método de randomização não é descrito,

assim como não é claro se a distribuição de pacientes para cada grupo foi cega ou não. Portanto, não há garantia de que os grupos de pacientes tenham características basais semelhantes e sejam comparáveis. Além disso, como não está claro se a equipe estava cega, existe o risco de viés de desenvolvimento, o que pode alterar as intervenções em relação ao que foi planejado originalmente (nível de evidência 1-B, de acordo com o CEBM, Oxford).

Na série de casos publicada por Katznelson et al.<sup>11</sup> os autores revisaram a eficácia da anestesia subaracnoidea em crianças de alto risco submetidas ao CCD. Este estudo incluiu 12 lactentes prematuros, com menos de 12 meses de idade, que haviam sido extubados recentemente (< 2 semanas) após um período prolongado de ventilação mecânica (> 1 semana) e que apresentaram comprometimento respiratório causado por esforço respiratório excessivo com retrações ou esforço respiratório inconsistente ou apneia. A anestesia raquidiana foi realizada com bupivacaína hiperbárica a 0,5% na dose de 1 mg.kg<sup>-1</sup> e sedação com midazolam 0,1 mg.kg<sup>-1</sup> ou cetamina 1 mg.kg<sup>-1</sup> a cada 5 minutos, se necessário. Considerou-se falha na anestesia quando analgesia e paralisia das extremidades estavam ausentes, quando foram necessários outros sedativos (excluindo o midazolam) ou quando intubação orotraqueal foi necessária nas 24 horas após o procedimento. Cinco dessas crianças eram neonatos com idades entre 4 dias e 4 semanas, peso entre 2.680 g e 3.900 g, duração da anestesia entre 90-120 minutos, tempo do procedimento entre 75-105 minutos, apresentavam patologias cardíacas incluindo síndrome hipoplásica do coração esquerdo, transposição de grandes artérias, estenose pulmonar e drenagem venosa pulmonar anormal. Nos cinco neonatos, o procedimento foi realizado com sucesso, sem necessidade de sedação e sem alterações significantes nas variáveis hemodinâmicas, saturação de oxigênio e CO<sub>2</sub>. Essa técnica anestésica é uma alternativa possível para crianças de alto risco com menos de 6 meses de idade submetidas ao CCD, porém é claro que são necessárias mais pesquisas, tais como estudos clínicos controlados randomizados. O estudo de Katznelson et al. que analisou pequena amostra de pacientes selecionados é classificado com nível de evidência 3D, de acordo com as diretrizes de Oxford.<sup>9</sup>

### Manejo e monitorização das vias aéreas

No estudo de coorte de Lin et al.,<sup>5</sup> os dados coletados do estudo C3PO (Projeto Desfechos no Cateterismo Cardíaco Congênito — *Congenital Cardiac Catheterization Project on Outcomes*) foram analisados retrospectivamente.<sup>12</sup> Este estudo incluiu um total de 13.611 pacientes, dos quais 890 eram neonatos. Os seguintes fatores foram identificados como preditores de eventos adversos de alta gravidade relacionados à sedação, anestesia e vias aéreas: baixo peso (< 4 Kg; OR=4,4; 95% IC 2,3-8,2; peso 4-19 kg; OR=2,1; 95% IC 1,3-3,6), presença de comorbidade não cardíaca (OR=1,7; 95% IC 1,1-2,6) e baixa saturação venosa mista de oxigênio (ventrículo único < 50% ou dois ventrículos < 60% OU 2,3; 95% IC 1,4-3,6). A ventilação espontânea foi escolhida como estratégia inicial de manejo das vias aéreas em um terço dos casos, exigindo conversão para intubação traqueal em 1,8% dos casos. Os preditores de conversão da respiração espontânea em intubação foram: pacientes mais jovens (1-11 meses;

OR=5,2; 95% IC 2,3-11,4), pacientes submetidos a procedimentos de alto risco (categoria 3: OR=5; 95% IC 3,1-8,2 e categoria 4: OR=10,1; 95% IC 6,5-15,6)<sup>16</sup> e pacientes com necessidade de suporte inotrópico (OR=11,0; 95% IC 8,6-14). Presença de via aérea artificial foi considerada um preditor independente de eventos adversos de alta gravidade e de ORs maiores para eventos adversos, em comparação à respiração espontânea. Os autores concluíram que uma estratificação de risco dos pacientes antes do procedimento pode ajudar a decidir a estratégia de manejo das vias aéreas, economizar os recursos anestésicos e possivelmente também reduzir o risco de eventos adversos relacionados e não relacionados à anestesia durante o cateterismo cardíaco. Este estudo tem algumas limitações importantes: as informações no banco de dados foram coletadas prospectivamente e analisadas retrospectivamente, e o banco de dados foi projetado para registrar dados relacionados aos procedimentos, e não aos eventos anestésicos. No entanto, consideramos que o estudo possui nível de evidência 2++B, de acordo com as diretrizes de Oxford,<sup>9</sup> por ter sido bem conduzido, apresenta baixo risco de viés de confusão e probabilidade moderada de que o relacionamento estabelecido seja causal.

A série de casos de Simpson et al.<sup>13</sup> analisou retrospectivamente procedimentos de cateterismo cardíaco em neonatos com peso inferior a 2,5 kg, com ênfase nos resultados da intervenção. Foram realizados 111 procedimentos em 107 pacientes sob sedação intravenosa com morfina e midazolam e infusão intravenosa de morfina em neonatos que já estavam ventilados. No total, 31 procedimentos intervencionistas foram realizados com 100% de sucesso. A idade média dos pacientes foi 5 dias e o peso médio foi 2,1 kg. A maioria dos procedimentos foi septostomia atrial por balão (n=16), e os outros foram valvoplastia pulmonar por balão (n=10), angioplastia da artéria pulmonar (n=1), biópsia do miocárdio (n=1) e embolização de vasos colaterais (n=3). Oitenta procedimentos diagnósticos foram realizados em pacientes com idade média de 9 dias e peso médio de 2,3 kg. As complicações mais comuns foram arritmias (10%) e deterioração respiratória que exigiram suporte ventilatório e IOT em 10% do grupo terapêutico e 1% no grupo diagnóstico. A taxa de complicações nos procedimentos terapêuticos foi maior (43%) do que nos diagnósticos (16%) ( $p=0,009$ ), e as complicações no subgrupo com peso muito baixo ao nascer não foram mais comuns do que no subgrupo de 1,5-2,5 kg. Com base nesses resultados, os autores sugerem que procedimentos intervencionistas possam ser realizados com segurança em pacientes com baixo peso ao nascer, e que o baixo peso não deve ser uma limitação. A alta incidência de deterioração respiratória em pacientes em que foi realizada intervenção, frequentemente relacionada à sedação, recomenda a ventilação e IOT eletiva em pacientes com peso < 2,5 kg e destaca a vantagem da abordagem dos vasos umbilicais devido à baixa incidência de complicações vasculares. Este estudo possui nível de evidência 3D de acordo com as diretrizes de Oxford.<sup>9</sup>

### Drogas vasoativas

Não foram encontrados estudos relacionados a esse tópico.



## Discussão

Esta revisão sistemática foi realizada para encontrar estudos mostrando o manejo perioperatório seguro e efetivo de pacientes neonatais submetidos à CCD e/ou CCT. Esperávamos encontrar recomendações relativas à monitorização, manejo das vias aéreas e uso de agentes anestésicos e/ou vasoativos (tabela 1).

No entanto, embora tenhamos realizado uma busca sistemática e flexível nas principais bases de dados médicos (incluindo estudos de séries de casos e relatos de casos), descobrimos que há pouca literatura disponível relacionada ao manejo perioperatório de neonatos submetidos à CCD e/ou CCT, muito embora tenha sido realizada uma pesquisa exploratória *a posteriori* no banco de dados do PROSPERO,<sup>14</sup> que não obteve resultados.

Previmos que essa situação pudesse ocorrer particularmente relacionada a estudos intervencionais, muito embora não no nível encontrado. Nós atribuímos isso a vários fatores; estudos experimentais e observacionais analíticos não são fáceis de realizar em neonatos devido ao delicado estado clínico dessa população, particularmente nas crianças com CC, assim como pela situação médico-legal dos pacientes, pois não podem exercer a própria autonomia. Além disso, é possível que estudos com esse tipo de paciente, com pequeno tamanho de amostra ou resultados não conclusivos, não sejam relatados devido à sua aceitação menos frequente para publicação, o que deixa essas informações fora de alcance. No entanto, ficamos surpresos com a ausência de evidências confiáveis em outros tipos de estudos, como coortes, séries de casos ou mesmo relato de caso. Essa falta de dados nos impede de reunir os resultados por tópico e de tirar conclusões sobre o manejo perioperatório desses pacientes, que foi o objetivo inicial de nossa revisão. Portanto, podemos relatar nossas descobertas e alguns dados interessantes.

Destacamos a importância do trabalho de Bergersen et al.<sup>2,5,12,15-17</sup> no desenvolvimento do modelo de previsão de risco CHARM (Método de Correção do Risco para o Cateterismo em Cardiopatias Congênitas — *Catheterization for Congenital Heart Disease Adjustment for Risk Method*), que ajusta o risco por tipo de procedimento, variáveis hemodinâmicas e idade. O modelo foi criado para comparar de forma equitativa as taxas de eventos adversos entre instituições que realizam CCD e CCT. Esse modelo foi aplicado no trabalho de Lin et al.,<sup>5</sup> que faz parte da série de artigos publicados por Bergersen et al. e financiados pela *American Heart Association*, para determinar preditores de eventos adversos relacionados à sedação, anestesia e estratégias de manejo de vias aéreas. A consideração dos critérios propostos pelo grupo de trabalho ajudaria a avaliar o risco dos pacientes antes de um procedimento e, portanto, a preparar os recursos necessários (isto é, potencial necessidade de ECMO ou cirurgia), a entender o risco e melhor informar os familiares dos pacientes no processo de obtenção com precisão do consentimento informado, assim como mitigar, sempre que possível, o risco de eventos adversos anestésicos durante o cateterismo cardíaco.

A literatura sugere que os procedimentos realizados com sedação devem ser escolhidos com cautela em pacientes mais jovens, naqueles com alta probabilidade de

demandar suporte vasopressor ou inotrópico contínuo e naqueles submetidos a procedimentos de alto risco, pois apresentam maior probabilidade de conversão em intubação traqueal (OR = 11, 95% IC 8,6-14). Isso está relacionado, por sua vez, a um alto risco de ocorrência de eventos adversos de alta gravidade durante o procedimento (27% vs. 2%;  $p < 0,001$ ). Por outro lado, pacientes de baixo risco submetidos a procedimentos de CCD apresentam taxa muito baixa de eventos adversos quando tratados com ventilação espontânea.

Esses achados são úteis, pois ajudam a avaliar os pacientes com antecedência e escolhem as estratégias adequadas de gestão das vias aéreas/sedação, de acordo com a condição e o tipo de procedimento. No entanto, são necessários mais estudos para determinar o impacto de diferentes estratégias de manejo das vias aéreas/sedação nas medições fisiológicas realizadas durante PCI.<sup>5</sup>

A raqui anestesia pode ser uma opção muito boa para procedimentos de CCD em crianças com alto risco de deterioração respiratória e em prematuros, pois a anestesia geral e a intubação orotraqueal são evitadas. Isso poderia oferecer maior estabilidade hemodinâmica e menor frequência de queda da saturação de O<sub>2</sub> e hipercapnia associadas à, como foi demonstrado em outros estudos.<sup>18</sup> Uma das limitações desse tipo de anestesia é que restringe o tempo para a realização do procedimento, pois é uma dose única que pode durar até 120 minutos e não pode ser administrada dose de reforço.<sup>11</sup>

A cetamina, uma droga cada vez mais utilizada na anestesia e em outros campos relacionados,<sup>19</sup> é uma boa opção anestésica para neonatos com cardiopatia congênita, pois não interrompe a ventilação espontânea, não parece agravar a hipertensão pulmonar e evita a manipulação das vias aéreas, que está fortemente relacionado às complicações perioperatórias.<sup>20</sup> Seu uso em recém-nascidos com CC está aberto para exploração.

Não encontramos nenhum estudo que abordasse especificamente as recomendações de monitorização para esses pacientes, além de pressão arterial não invasiva, eletrocardiograma, oximetria de pulso, capnografia e temperatura. No entanto, na série de casos de Simpson et al. foi destacada a vantagem da abordagem dos vasos umbilicais, devido à baixa incidência de complicações vasculares nos casos de procedimentos terapêuticos.<sup>13</sup> Essa vantagem não é uma descoberta recente e foi demonstrada em outros estudos, no que diz respeito a diferentes condições, especificamente em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.<sup>21,22</sup>

## Conclusão

Não há relatos, recomendações ou diretrizes estruturadas de manejo perioperatório para neonatos com cardiopatia congênita submetida a cateterismo cardíaco. A série de artigos de Bergersen et al. contribuiu de maneira importante para os escores para cálculo do risco de complicações nessa população. No entanto, em relação à técnica anestésica para neonatos com cardiopatia congênita, ainda é necessário obter, por experiência ou por consenso de especialistas, dados específicos com um desenvolvimento mais extenso em outros tópicos, como técnica anestésica, medicamentos anestésicos e manejo das vias aéreas.

Tabela 1 Características dos estudos incluídos

Primeiro autor, ano, país	Tipo de estudo	Pacientes/ Procedimentos	Características dos pacientes	Fator(es) de prognóstico	Duração do seguimento	Desfechos medidos	Resultados
Simpson JM, 2001, Reino Unido [13]	Série de Casos	Procedimentos intervencionistas 29 Pacientes: (31 procedimentos); Masculino/ Feminino: 16/15 (52/48%); idade média (dias): 5 (1-126). Peso médio (kg): 2,1 (0,7-2,4). Ventilação Controlada: 21 (65%), Ventilação Espontânea 8 (35%). Procedimentos Diagnósticos: Pacientes: 80 idade média: (dias) 9 (1-135). Peso médio (kg): 2,3 (1,1-2,49). Ventilação Controlada: 45 (56%), Ventilação Espontânea: 8 (35%).	Neonatos com doença cardíaca congênita e peso $\leq$ 2,5 kg Cardiopatias diversas Diagnósticos: 80 Terapêuticos: 31	Neonatos pré-termo com baixo peso quando do procedimento ( $\leq$ 2,5 kg)	Geral: 24 horas após o procedimento Bálgão Pulmonar pacientes submetidos à valvuloplastia: 31 meses (1-10 anos) pós- procedimento	Complicações graves/ menores ocorridas em até 24h pós-procedimento	Procedimentos intervencionistas (n = 31) -Cateter arterial: 6 (19%) -Acesso venoso em 29 (94%) Complicações: -Mortalidade: 3 (4%). -12 graves não letais (15%) -11 menores (14%). -Incidentes 2 (2%). -Complicações na intervenção 35/80 (43%) vs. diagnósticos: 13/80 (16%) ( $p = 0,009$ ). Deterioração respiratória exigindo ventilação e Intubação Orotraqueal (OTI): 3 (10%) em intervenção e 1 diagnóstico (1%).

Tabela 1 (Continuação)

Primeiro autor, ano, país	Tipo de estudo	Pacientes/ Procedimentos	Características dos pacientes	Fator(es) de prognóstico	Duração do seguimento	Desfechos medidos	Resultados
Katznelson R, 2005; Israel [11]	Série de Casos	12 pacientes Prematuros Anestesia Raquidiana (AR)	Idade média: 16,85 semanas (intervalo 0,5-48, mediana 8,5). Peso médio: 4.810 g (intervalo 2.680-8.000, mediana 4.257,5). Procedimento: Cateterizações cardíacas diagnósticas (patologias cardíacas variadas)	Antecedente de prematuridade	24 horas	Média Tempo de anestesia: 98.3 minutos (intervalo 80-120, mediana 100). Média de tempo de procedimento: 75.08 minutos (intervalo 45-115, mediana 74). Sedação IV adicional: Obrigatório em 6 pacientes (foi feito com midazolam)	AR pode ser útil e segura para neonatos
Lin CH, 2015; EUA [5]	Estudo analítico, coorte prospectiva	Total de pacientes: 13.611. Neonatos: 890	Idade: < 1 mês: 890; < 1- < 12 meses: 2.467; 1-9 anos: 5.212; 10-17 anos: 2.939; > 18 anos 2.103; Peso: < 4 kg: 1,161, 4-9 kg: 2.944, 10-19kg: 3.267, > 20 kg: 6.234. Gênero: masculino 7.189, feminino: 6.422.	Pacientes pediátricos/ doença cardíaca congênita: Complicações relacionadas à sedação Complicações relacionado a manejo das vias aéreas Escala de gravidade de 5 níveis/ CHARM	Pacientes submetidos a cateterismo cardíaco entre 1/02/2007 e 31/06/2010, em 8 instituições dos EEUU.	Ocorrência de complicações: -Taxas (para pacientes) Taxas ajustadas (para instituições participantes do C3PO)	Evento adverso: hipotensão 93 casos (0,68%).



Tabela 1 (Continuação)

Primeiro autor, ano, país	Tipo de estudo	Pacientes/ Procedimentos	Características dos pacientes	Fator(es) de prognóstico	Duração do seguimento	Desfechos medidos	Resultados
		< 18 anos: 11.508					Preditores de eventos adversos: -Baixo peso: < 4 kg e peso 4-19 kg; -Presença de comorbidade não cardíaca; -Saturação mistura oxigênio venoso; baixa (ventrículo único < 50% ou dois ventrículos). Preditores de conversão de respiração espontânea para intubação: -Doentes menos graves -Pacientes Submetidos a procedimento de risco -Pacientes com suporte inotrópico
Pees C, 2003, Alemanha [10]	Estudo clínico duplo cego	100 pacientes (50 pacientes Cetamina Racêmica vs. 50 pacientes S(+). Não-randomizado.	Idade: 2 dias-11anos Diversos tipos de doenças cardíacas congênitas	Indução: Midazolam oral: 0,5 mg.kg <sup>-1</sup> -IV Midazolam: 0,2 mg.kg <sup>-1</sup> -Cetamina Racêmica/ S(+): 1 mg.kg <sup>-1</sup> Manutenção: -Cetamina Racêmica/ S(+): 0,5 mg.kg <sup>-1</sup> quando necessário -Midazolam: 0,1 mg.kg <sup>-1</sup> Resgate (exclusão): -Fenobarbital -Prometazina	Doses totais de cetamina Tempo para despertar Movimentos, Consciência, Obstrução de via aérea, Náusea/ vômito, Necessidade de outros medicamentos.	Unidade de Cuidados Transoperatórios/pós-anestésicos	Dose: -Cetamina Racêmica: 3,12 mg.kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> ; -S(+) Cetamina: 2,28 mg.kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> Efeitos colaterais: - Sedação Inadequada; -Obstrução da via aérea; -Vômito; -Escore consciência, motricidade, comportamento, náusea/vômito.

Embora PRISMA seja a metodologia recomendada para fazer revisão sistemática da literatura e estabelecer recomendações de práticas clínicas derivadas da revisão, quando a literatura inexistente, essa metodologia não é útil. Nessas situações, seria melhor investir esforços no desenvolvimento de recomendações clínicas, seguindo uma metodologia diferente, como proposto pelo GRADE Working Group,<sup>23</sup> que considera a literatura e o consenso de especialistas para fazer recomendações. Trabalhos futuros devem ser direcionados para esse objetivo.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Apêndice. Material adicional

Para consultar o material adicional deste artigo, consulte sua versão eletrônica disponível em [doi:10.1016/j.bjan.2020.03.011](https://doi.org/10.1016/j.bjan.2020.03.011).

## Referências

- Sanabria-Carretero P, Ochoa-Osorio C, Martín-Vega A, et al. Parada cardíaca relacionada com a anestesia em pediatria. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2016;60:424–33.
- Odegard KC, Bergersen L, Thiagarajan R, et al. The frequency of cardiac arrests in patients with congenital heart disease undergoing cardiac catheterization. *Anesth Analg*. 2014;118:175–82.
- Gordon BM, Lam TS, Bahjri K, et al. Utility of preprocedure checklists in the congenital cardiac catheterization laboratory. *Congenit Heart Dis*. 2014;9:131–7.
- Hamid A. Anesthesia for cardiac catheterization procedures. *Hear lung Vessel* [Internet]. 2014;6:225–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25436204> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4246841>.
- Lin CH, Desai S, Nicolas R, et al. Sedation and anesthesia in pediatric and congenital cardiac catheterization: a prospective multicenter experience. *Pediatr Cardiol*. 2015;36:1363–75.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol*. 2009;62:1006–12.
- Network SIG. SIGN 50. A guideline developer's handbook [Internet]. October. Edinburgh; 2015. Available from: <http://www.sign.ac.uk>.
- National Institute for Health and Care Excellence. Developing NICE guidelines: the manual (PMG20) [Internet]. National Institute for Health and Care Excellence, NICE; 2014. p. Various pages. Available from: [nice.org.uk/process/pmg20](http://nice.org.uk/process/pmg20).
- Howick J, Chalmers I, Glasziou P, et al. The Oxford Levels of Evidence 2 [Internet]. Oxford; 2011 [cited 2016 Jan 31]. Available from: <http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/>.
- Pees C, Haas NA, Ewert P, et al. Comparison of analgesic/sedative effect of racemic ketamine and S(+)-ketamine during cardiac catheterization in newborns and children. *Pediatr Cardiol*. 2003;24:424–9.
- Katznelson R, Mishaly D, Hegesh T, et al. Spinal anesthesia for diagnostic cardiac catheterization in high-risk infants. *Paediatr Anaesth*. 2005;15:50–3.
- Bergersen L, Gauvreau K, Marshall A, et al. Procedure-type risk categories for pediatric and congenital cardiac catheterization. *Cir Cardiovasc Interv*. 2011;4:188–94.
- Simpson JM, Moore P, Teitel DF. Cardiac catheterization of low birth weight infants. *Am J Cardiol* [Internet]. 2001;87:1372–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002914901015557>.
- National Institute for Health Research U. PROSPERO. International prospective register of systematic reviews [Internet]. [cited 2018 Jan 31]. Available from: <https://www.crd.york.ac.uk/prospERO/>.
- Lin CH, Hegde S, Marshall AC, et al. Incidence and management of life-threatening adverse events during cardiac catheterization for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2014;35:140–8.
- Bergersen L, Marshall A, Gauvreau K, et al. Adverse event rates in congenital cardiac catheterization - a multi-center experience. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;75:389–400.
- Bergersen L, Gauvreau K, Foerster SR, et al. Catheterization for Congenital Heart Disease Adjustment for Risk Method (CHARM). *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2011;4:1037–46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcin.2011.05.021>.
- Imbelloni LE, Vieira EM, Sporni F, et al. Spinal anesthesia in children with isobaric local anesthetics: report on 307 patients under 13 years of age. *Paediatr Anaesth*. 2006;16:43–8.
- Schwenk ES, Viscusi ER, Buvanendran A, et al. Consensus guidelines on the use of intravenous ketamine infusions for chronic pain management from the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the American Academy of Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists. *Reg Anesth Pain Med* [Internet]. 2018;43:1. Available from: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00115550-900000000-99233>.
- Williams GD, Maan H, Ramamoorthy C, et al. Perioperative complications in children with pulmonary hypertension undergoing general anesthesia with ketamine. *Paediatr Anaesth*. 2010;20:28–37.
- Arnts IJJ, Bullens LM, Groenewoud JMM, et al. Comparison of complication rates between umbilical and peripherally inserted central venous catheters in newborns. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* [Internet]. 2014;43:205–15. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0884217515315124>.
- Sanderson E, Yeo KT, Wang AY, et al. Dwell time and risk of central-line-associated bloodstream infection in neonates. *J Hosp Infect*. 2017;97:267–74.
- Welch VA, Akl EA, Guyatt G, et al. GRADE equity guidelines 1: considering health equity in GRADE guideline development: introduction and rationale. *J Clin Epidemiol*. 2017;90:59–67.