

ARTIGO ORIGINAL

Recém-nascidos pré-termos submetidos à cirurgia seletiva da persistência do canal arterial: ainda há espaço para esses procedimentos?

Preterm newborns undergoing selective correction surgery of the patent ductus arteriosus: is there still space for these procedures?

Renán Prado^{1,2}, José Carlos Arteaga Camacho¹, Raul Armando Micalay Paredes¹, Fernando Magalhães Coutinho¹, Mariane Albuquerque Lima Ribeiro^{2,3}, Andrés Ricardo Pérez Riera²



¹Hospital Santa Marcelina, Faculdade Santa Marcelina, São Paulo, Brasil.

²Laboratório de Delineamentos de Estudos e Escrita Científica. Centro Universitário Saúde ABC. Santo André, SP, Brasil.

³Centro de Ciências da Saúde e do Desporto. Universidade Federal do Acre, UFAC. Acre, Brasil.

Autor correspondente
renan_prado@hotmail.com

Manuscrito recebido: Setembro 2018
Manuscrito aceito: Agosto 2019
Versão online: Outubro 2019

Resumo

Introdução: O canal arterial é uma pequena estrutura fetal que comunica duas grandes artérias (aorta e pulmonar), mas que se torna patológica quando se mantém após o nascimento. As morbidades associadas à persistência do canal arterial (PCA) podem levar à conclusão de que a melhor conduta seja o tratamento cirúrgico precoce. No entanto, há evidências de que a conduta cirúrgica expectante (seletiva), poderia diminuir os riscos de cirurgias desnecessárias e suas complicações.

Objetivo: Analisar o perfil clínico-cirúrgico dos recém-nascidos pré-termos (RNPT) submetidos à cirurgia seletiva de correção da Persistência do Canal Arterial.

Método: Este trabalho contempla uma série de casos, onde foram descritos retrospectivamente (2009-2016) todos os recém-nascidos submetidos ao tratamento cirúrgico de PCA em RNPT através da análise de prontuários do Hospital Santa Marcelina, SP-Brasil.

Resultados: Neste período, observou-se 13 casos de prematuros que foram submetidos à correção cirúrgica seletiva da PCA. A idade gestacional média foi de 26,92 semanas, a idade materna variou entre 15 e 44 anos. O peso ao nascimento variou entre 650 e 1500g e houve prevalência do sexo feminino (61,54%). O diâmetro do canal arterial variou entre 1,7 e 5 mm, quatro recém-nascidos apresentaram cardiopatia congênita complexa (30,77%). A média de ciclos de indometacina foi de 1,77. A insuficiência cardíaca congestiva se evidenciou em 11 recém-nascidos (84,62%); a idade média no ato cirúrgico foi de 27,69 dias e a média do tempo de intubação orotraqueal foi de 22,62 dias. O peso no momento do ato cirúrgico variou entre 900 e 1820g. As complicações pós-operatórias foram em sua maioria infecciosas, observando-se nove recém-nascidos com broncopneumonia (69,23%); um paciente apresentou pneumotórax. Ocorreram sepse em dois casos (15,35%) que evoluíram para óbito por esta mesma complicação (15,35%).

Conclusão: Todos os RNPT que foram submetidos a cirurgia tiveram peso ao nascimento menor de 1500g. A média de canal arterial foi de 3,05 mm de diâmetro. A idade gestacional média foi de 26,92 semanas e 62% dos casos eram do sexo feminino. A técnica cirúrgica mais frequente foi a da tripla clipagem, não houve sangramento ou reoperação nesta série de casos. A cirurgia seletiva de PCA ainda se faz necessária nos dias atuais.

Palavras-chave: persistência do canal arterial, cirurgia cardíaca, cardiopatias congênitas, recém-nascido prematuro, recém-nascido de baixo peso.

Suggested citation: Prado R, Camacho JCA, Paredes RAM, Coutinho FM, Ribeiro MAL, Riera ARP. Preterm newborns undergoing selective correction surgery of the patent ductus arteriosus: is there still space for these procedures? *J Hum Growth Dev.* 2019; 29(3):325-337. DOI: <https://doi.org/10.7322/jhgd.v29.9528>

Síntese dos autores

Por que este estudo foi feito?

Este estudo foi realizado para relatar os resultados cirúrgicos e suas complicações das correções da Persistência do Canal Arterial em recém-nascidos pré termo no Hospital Santa Marcelina-SP entre os meses de janeiro de 2009 e julho de 2016.

O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Foi realizada uma pesquisa no banco de dados do Departamento da Cirurgia Cardíaca do Hospital Santa Marcelina para extrair todos os casos de pacientes recém-nascidos pré-termo que tinham sido submetidos à cirurgia reparadora do defeito congênito. Logo após, foi realizado o levantamento no prontuário eletrônico dos dados da internação dos pacientes. No período estudado foram encontrados 13 pacientes que foram submetidos à cirurgia e tiveram peso ao nascimento menor de 1500g. A média de canal arterial foi de 3,05 mm de diâmetro. A idade gestacional média foi de 26,92 semanas e 62% dos casos eram do sexo feminino. A técnica cirúrgica mais frequente foi a da tripla clipagem, não houve sangramento ou reoperação nesta série de casos

O que essas descobertas significam?

A cirurgia seletiva de PCA ainda se faz necessária atualmente para aumentar a chance de sobrevivência desses recém-nascidos com diagnóstico de PCA e com sinais clínicos de insuficiência respiratória e ou cardíaca.

A técnica da tripla clipagem se mostrou altamente efetiva.

A indicação cirúrgica foi geralmente em pacientes com ductus arteriosus de moderados para grandes com insuficiência cardíaca congestiva.

INTRODUÇÃO

O canal arterial (CA) ou ducto arterioso é uma estrutura arterial pequena que comunica duas grandes artérias com diferentes resistências (aorta e pulmonar), presente normalmente no feto e que se torna patológica quando se mantém após o nascimento¹. A persistência do canal arterial (PCA) tem distintas apresentações clínicas, desde recém-nascidos assintomáticos, recém-nascidos que apresentam sintomas só na vida adulta a recém-nascidos com instabilidade hemodinâmica nos primeiros dias de vida.

Quadro 1: Classificação do recém-nascido prematuro de acordo com a idade gestacional ao nascimento²

Classificação da prematuridade	Idade gestacional ao nascimento
Pré-termos moderados ou tardios	32 a 37 semanas
Muito pré-termos	28 a 31 semanas
Pré-termos extremos	27 semanas ou menos

As alterações do sistema cardiovascular são frequentes nos recém-nascidos pré-termo (RNPT), e entre elas, a persistência do canal arterial está entre as mais citadas⁵⁻¹² (Quadro 1 e 2).

A PCA ocorre entre 5 a 10% dos recém-nascidos a termo com doença cardíaca congênita^{13,14} exibindo preferência para o sexo feminino (relação sexo masculino-feminino 1:3)¹⁵.

Nos prematuros, a incidência pode variar de 20% a 60%, dependendo dos critérios diagnósticos utilizados e da população estudada^{16,17} mas em média, cerca de 50% de todos os recém nascidos pré-termo apresentam persistência do canal arterial^{5,7,9,11,12}. A idade gestacional e peso ao nascer estão intimamente ligados à persistência do canal arterial em neonatos pré-termos¹⁸.

Em recém-nascidos prematuros com idade gestacional abaixo de 26 semanas, a prevalência da PCA pode chegar a 65%^{10,19} e naqueles com peso menor que 1200g ao nascimento, essa prevalência está em 80%⁷, sendo a maior causa de morbidade e mortalidade nessa população de recém-nascidos²⁰⁻²³.

Na condução clínico-cirúrgico de recém-nascidos com PCA, faz-se necessário identificar os grupos que se

beneficiarão do tratamento farmacológico, visto que em razão do baixo peso, da baixa idade gestacional prevalente e do sistema imune do recém-nascido ser imaturo, essa será sempre a melhor estratégia terapêutica. Porém, esgotadas essas estratégias, a correção cirúrgica é imprescindível para a estabilidade hemodinâmica e aumento nas chances de sobrevivência desses recém-nascidos de baixo peso e baixa idade gestacional.

Quadro 2: Classificação do recém-nascido (RN) de acordo com o peso ao nascimento²

Classificação do RN	Peso ao nascimento
Macrossômico	4001g ou mais
Peso normal	2501g a 4000g
Baixo peso	1501g a 2500g
Muito baixo peso	1001g a 1500g
Extreme low weight	1000g or less

Assim, o objetivo é analisar o perfil clínico-cirúrgico dos recém-nascidos prematuros diagnosticados com persistência de canal arterial e submetidos à cirurgia cardíaca seletiva.

MÉTODO

Trata-se de um relato de série de casos, transversal²⁴ e retrospectivo de recém-nascidos submetidos ao tratamento cirúrgico da persistência de canal arterial (PCA) em RNPT através da análise de prontuários e laudos doppler ecocardiográficos realizada no Departamento de Cirurgia Cardíaca do Hospital Santa Marcelina, localizado na cidade de São Paulo/SP, Brasil, no período de janeiro de 2009 a junho de 2016.

O procedimento cirúrgico se inicia com uma

incisão torácica posterolateral de 1,5 a 2,0 cm, dissecação dos planos subcutâneos e muscular, dissecação do plano da pleura costal ou abertura da pleura até o mediastino médio. Dissecação do canal arterial, tripla clipagem com clip cirúrgico de acordo com o tamanho do canal, drenagem pleural (quando se abre a cavidade) com selo de água e fechamento por planos.

Local do estudo

O Hospital Santa Marcelina (HSM) é uma instituição filantrópica e privada situada na cidade de São Paulo, Brasil. Possui 700 leitos e realiza mais de 1200 cirurgias por mês, das quais 80% são de média e alta complexidade, sendo referência regional e para outros Estados.

São realizados por volta de 350 partos mensais. O protocolo adotado nesta instituição é, primeiramente, uma abordagem farmacológica, com o uso de indometacina e, nos casos não-responsivos ou que seu uso seja contraindicado, adota-se o tratamento cirúrgico seletivo, que somente ocorrerá quando são observadas complicações clínicas decorrentes da persistência do canal arterial, sendo basicamente, insuficiência cardíaca congestiva ou insuficiência respiratória, que pode ser representada pela impossibilidade de extubação orotraqueal.

População e amostra

A população estudada abrangeu todos os recém-nascidos prematuros, com idade gestacional inferior a 37 semanas, submetidos ao tratamento cirúrgico de correção de Persistência do Canal Arterial no Hospital Santa Marcelina (HSM), na cidade de São Paulo e no período de janeiro de 2009 a junho de 2016.

Análise de dados

Foram utilizados os programas Excel® 2013

Tabela 1: Características clínicas ao nascer dos prematuros que posteriormente foram submetidos à cirurgia corretiva da persistência do canal arterial no período de janeiro de 2009 a junho de 2016, São Paulo, SP.

Paciente (n=13)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dados ao Nascimento													
Idade gestacional (semanas)	28	24	28	30	27	26	25	26	28	27	26	29	26
Idade da mãe (anos)	30	29	29	25	25	44	22	26	22	29	27	15	27
Cesariana	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Peso ao nascer (gramas)	1080	750	1285	1050	1020	765	650	890	990	1050	1500	1150	1030
Sexo	M	F	F	F	F	F	M	F	F	F	M	M	M
Gemelar	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Uso de surfactante	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Apgar aos 5 minutos	8	7	6	6	7	8	9	7	9	7	8	8	6

F= Feminino; M=Masculino

Para a decisão cirúrgica se consideraram os dados clínicos, laboratoriais e dados do ecocardiograma, conforme descrito na Tabela 2.

O número de ciclos de indometacina variou entre zero a três (Tabela 2) sendo a média de 1,77 ciclos (Tabela 3), insuficiência cardíaca congestiva com uso de drogas

para elaboração do banco de dados e o programa SPSS (*Statistical Package for Social Research*) versão 21.0 para análise estatística. A estatística descritiva foi feita por média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo.

Aspectos éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Santa Marcelina, SP-Brasil (CAAE 15136019.6.0000.0066). Para início deste estudo foi redigido um Termo de Responsabilidade para garantir que o pesquisador iria cumprir com o dever de elaborar e executar este trabalho de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde²⁵.

Todos os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos envolvidos na pesquisa e, após aceitarem participar, foi solicitado a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

RESULTADOS

Foram analisados os dados de 13 recém-nascidos prematuros submetidos ao procedimento cirúrgico conforme o protocolo de cirurgia do tipo seletiva (“*selective ligation*”) do hospital em estudo.

A idade gestacional variou entre 24 a 30 semanas (Tabela 1) com uma média de 26,92 semanas (Tabela 3). A idade da mãe variou entre 15 a 44 anos (Tabela 1), com mediana de 27 anos (Tabela 3), sendo oito recém-nascidos de sexo feminino (61,54%) e dez provenientes de partos cesarianos (76,92%). Houveram partos gemelares em três casos (23,08%) e uso de surfactante em nove casos (69,23%), conforme Tabela 1. O teste de Apgar²⁶ aos 5 minutos do nascimento variou entre 9 e 6 pontos (Tabela 1), com média de 7,38 (Tabela 3) e o peso ao nascimento variou entre 650g a 1500g (Tabela 1), com média de 1016,15g (Tabela 3).

vasoativas se evidenciou em 11 casos (84,62%), a idade do RNPT no ato cirúrgico variou entre 14 a 54 dias (Tabela 2) e a média foi de 27,69 dias (Tabela 3).

O tempo de intubação orotraqueal variou de 7 a 39 dias (Tabela 2), sendo a média de 22,62 dias (Tabela 3). A creatinina variou entre 0,2 e 0,95 mg/dl (Tabela 2), com

Tabela 2: Características clínicas dos prematuros no dia da indicação de correção cirúrgica de persistência do canal arterial no período de janeiro de 2009 a junho de 2016, São Paulo, SP

Recém-nascidos (n = 13)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dados para indicação cirúrgica													
Idade (dias)	54	48	30	25	16	25	24	19	24	25	32	24	14
Tempo de Intubação orotraqueal (dias)	24	39	30	25	16	25	7	18	23	21	32	20	14
Ciclos de Indometacina	3	1	2	1	3	0	2	2	1	2	2	1	3
Insuficiência Cardíaca	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Canal Arterial (milímetros)	1,8	1,9	2,2	2,5	3,2	2,9	1,7	2,9	3,7	3,7	4,1	5	4
Outras cardiopatias	CIA	CIA	CIA	CIA; CIV	Não	CIA	CIA; Est; Pul;	CIA	Co, Ao; Est, Ao; Insuf, Mi.	CIA	Não	CIA	CIA; CIV
Drogas vasoativas	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Creatinina (mg/dl)	0,95	0,31	0,51	0,5	0,22	0,63	0,25	0,25	0,2	0,41	0,41	0,64	0,47
Peso (gramas)	1125	870	1820	1400	960	930	1370	990	900	1050	1500	1150	1030

CIA (Comunicação Interatrial), CIV (Comunicação Interventricular), Est. Pul. (Estenose Pulmonar), Co. Ao (Coartação de Aorta), Est. Ao (Estenose Aórtica), Insuf. Mi. (Insuficiência Mitral), mg/dl (miligramas por decilitro).

Tabela 3: Caracterização de recém-nascidos prematuros submetidos à tratamento cirúrgico de persistência do canal arterial no período de janeiro de 2009 a junho de 2016, São Paulo, SP.

	Média	Desvio padrão	Mediana	Minimo	Maximo
Idade gestacional (semanas)	26,92	1,66	27	24	30
Idade da mãe (anos)	26,92	6,54	27	15	44
Peso ao nascer (gramas)	1016,15	226,47	1030	650	1500
Canal arterial (mm)	3,05	1,02	2,9	1,7	5
Creatinina (mg/dl)	0,44	0,21	0,41	0,2	0,95
Idade (dias)	27,69	11,51	25	14	54
Peso antes da cirurgia (gramas)	1161,15	282,36	1050	870	1820
Apgar aos 5 minutos	7,38	1,04	7	6	9
Indometacina (cpp)	1,77	0,93	2	0	3
Tempo de intubação (dias)	22,62	8,25	23	7	39

Milímetro (mm); Miligramas por decilitro (mg/dl); Ciclos por paciente (cpp).

uma média de 0,44 mg/dl (Tabela 3) e o peso do neonato no momento do procedimento cirúrgico variou entre 900 e 1820 gramas (Tabela 2) com uma média de 1161,15g (Tabela 3). O ecocardiograma mostrou que o diâmetro do canal arterial variou entre 1,7 e 5 mm (Tabela 2) e a média do mesmo foi de 3,05 mm (Tabela 3). Dois recém-nascidos não tiveram outra cardiopatia congênita associada (15,38%); quatro recém-nascidos apresentaram cardiopatia congênita complexa descritas na Tabela 2 (30,77%) e sete recém-nascidos apresentaram PCA associado unicamente à comunicação interatrial (CIA) (53,85%) (Tabela 2).

Na Tabela 4 demonstra-se as técnicas cirúrgicas utilizadas, sendo a clipagem tripla realizada em dez recém-

nascidos (76,92%); a técnica de secção e sutura do canal arterial com fio reabsorvível PDS com diâmetro de 6-0 foi realizada em três casos (23,08%) e a técnica extrapleural sem drenagem torácica posterior em quatro casos (30,77%).

As complicações pós-operatórias foram em sua maioria infecciosas, observando-se nove recém-nascidos com broncopneumonia (69,23%) e em um paciente ocorreu infecção de ferida operatória superficial (7,69%). Um paciente apresentou pneumotórax e ocorreram sepses em dois casos (15,35%), que evoluíram para óbito por esta mesma complicação (15,35%). Os óbitos foram constatados nos dias 31º e 52º de pós-operatório (Tabela 4).

Tabela 4: Técnica operatória e complicações pós-operatórias de recém-nascidos prematuros submetidos à tratamento cirúrgico de persistência do canal arterial no período de janeiro de 2009 a junho de 2016, São Paulo, SP.

Recém-nascidos (n = 13)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Técnica cirúrgica													
Clipagem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Secção e sutura	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Extrapleural	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Complicações pós-operatórias													
Sangramento	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Reoperação	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Broncopneumonia	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Pneumotórax	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
Quilotórax	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Paralisia frênica	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rouquidão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Infecção de ferida operatória	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Retinopatia	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Descompensação hemodinâmica imediata	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Insuficiência adrenal relativa à escoliose	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Enterocolite necrosante	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Sepse	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Dias de pós-operatório após o óbito	0	0	0	31	0	0	0	0	52	0	0	0	0

DISCUSSÃO

A PCA é a condição cardíaca mais comum entre os prematuros. No início dos anos 90, eram relatadas taxas de 40 a 55% de RNPT com menos de 29 semanas de gestação e/ou com peso inferior a 1500g ao nascimento²⁷⁻²⁹.

Já nesta década, reportam-se as taxas de 60 a 70% dos RNPT menores de 29 semanas de gestação e, em aproximadamente dois terços dos casos, não ocorre o fechamento espontâneo do ducto arterioso³⁰⁻³³. Além disso, por volta de 50% dos neonatos pesando <1000g evoluem com PCA sintomática necessitando de intervenção³².

Na literatura não se relaciona a idade materna com a incidência da PCA e, no presente estudo, constatou-se que a idade da mãe variou entre 15 a 44 anos.

O canal arterial persistente permanece hemodinamicamente significativo em prematuros por uma variedade de razões, incluindo diminuição da sensibilidade ductal à pressão parcial de oxigênio, aumento da PGE² circulante e aumento da sensibilidade do tecido ductal à PGE² e ao óxido nítrico^{7,34-36}.

Uma PCA hemodinamicamente significativa está associada ao desvio da esquerda para a direita do sangue sistêmico com sobrecarga de volume pulmonar subsequente

e um déficit diastólico que resulta em hipoperfusão de órgãos vitais. Em recém-nascidos de muito baixo peso, a PCA sintomática aumenta o risco de ventilação prolongada, necessidade de oxigênio, hemorragia pulmonar³⁷ e displasia broncopulmonar³⁸⁻⁴⁰.

O déficit diastólico está associado à hipoperfusão renal⁴¹, isquemia intestinal, enterocolite necrosante, velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média reduzida⁴²⁻⁴⁵, retinopatia da prematuridade e diminuição do fluxo da veia cava superior com risco aumentado concomitante de hemorragia intraventricular^{46,47}. Se não for tratada adequadamente, as complicações da PCA sintomática podem levar à morte⁴⁸.

A relação entre persistência do canal arterial e enterocolite necrosante é controversa. Embora estudos populacionais tenham relatado uma associação entre PCA e enterocolite necrosante⁴⁹⁻⁵¹, não há ensaios clínicos randomizados na literatura médica que examinem a conveniência de continuar ou parar a alimentação enteral na presença de PCA.

O tratamento inicialmente é clínico. Dessa forma, estabilizam-se primeiramente as variáveis hemodinâmicas do RNPT. Tenta-se melhorar o intercâmbio gasoso de

oxigênio e dióxido de carbono por meio de injeção de surfactante (isso ocorreu em nove recém-nascidos do presente estudo), realiza-se suplementação de oxigênio, estabiliza-se a temperatura do neonato, equilibra-se a volemia e se administram drogas vasoativas quando há presença de insuficiência cardíaca, parâmetros esses que têm relação com o estado inicial do RNPT (neste estudo, por exemplo, observou-se o teste Apgar ao nascer entre 9 e 6 pontos, com média de 7,38).

Quando existe a confirmação ecocardiográfica da PCA, pode-se incluir o tratamento farmacológico com a administração de anti-inflamatórios não esteroides (geralmente indometacina ou ibuprofeno). Os primeiros em relatar o uso de anti-inflamatórios não esteroides no tratamento da PCA foram Friedman e colaboradores e Heymann e colaboradores, sendo ambos os trabalhos de 1976^{52,53}.

Como a indometacina inibe a síntese de todas as prostaglandinas, diversos efeitos adversos podem ocorrer, incluindo: enterocolite necrosante, perfuração intestinal espontânea⁵⁴, alteração da função renal⁵⁵, autorregulação vascular cerebral alterada⁵⁶, retinopatia, edema ou hemorragia pulmonar e trombocitopenia. Efeitos semelhantes foram observados com o ibuprofeno⁵⁷, embora possam ser menos frequentes.

Apesar de não terem sido analisados os casos de PCA resolvidos com o tratamento farmacológico no hospital do estudo, é possível afirmar que a abordagem medicamentosa foi realizada protocolarmente com indometacina endovenosa em 100% dos casos.

No entanto, existem critérios para contraindicar o uso de inibidores da ciclooxigenase, como sangramento ativo (especialmente hemorragia intracraniana ou gastrointestinal), trombocitopenia, insuficiência renal (creatinina aumentada (>120 µmol/L) ou oligúria (<0,5 mL/kg/h)), confirmação ou suspeita de enterocolite necrosante⁵⁸.

Devido a essas contraindicações e também ao fato de nem todos os neonatos tratados farmacologicamente para o fechamento do canal arterial persistente responderem de forma satisfatória⁵⁹, a ligadura cirúrgica da PCA pode ser uma alternativa razoável em uma população de alto risco, uma vez que resulta no fechamento definitivo do ducto e, portanto, pode prevenir morbidades neonatais associadas, além de acelerar a extubação e o desmame de drogas vasoativas⁶⁰. Porém, associa-se ao procedimento (toracotomia) o seu próprio conjunto de morbidades: hipotermia, sangramento intra-operatório, infecção da ferida, pneumotórax, quilotórax, hipotensão pós-operatória, paralisia das pregas vocais (nervo recorrente), paralisia do nervo frênico, infecção e escoliose⁶¹⁻⁶³.

O momento correto em que deve ser feita a abordagem cirúrgica para o fechamento do ducto arterioso ainda é bastante controverso. Há autores que sugerem uma abordagem cirúrgica precoce, também conhecida como “*early ligation*”⁶⁴⁻⁶⁶, outros sugerem uma abordagem cirúrgica mais expectante (“*selective ligation*”), que ocorreria somente depois do tratamento farmacológico não-responsivo e com alterações hemodinâmicas significativas^{31,32,60,67,68} e há ainda aqueles que preferem o não-tratamento cirúrgico, argumentando que os riscos

de intervenção cirúrgica superam os benefícios e que o tratamento conservador farmacológico é o ideal para esses recém-nascidos, uma vez que apostam no fechamento espontâneo do ducto⁶⁹⁻⁷¹.

Palder *et al.*⁷² e Trus *et al.*²⁹ defendem que a ligação cirúrgica deveria ser a primeira opção de tratamento quando comparado ao uso da indometacina em prematuros com menos de 800g, pelo fato dos RNPT com extremo baixo peso apresentarem uma pobre resposta ao tratamento farmacológico⁷³. Alguns estudos indicam que em até 40% dos casos, não há resposta à abordagem medicamentosa^{74,75}, sendo que os RNPT com peso inferior a 1000g respondem menos ainda à indometacina⁷⁶. E, ainda, por volta de 87% dos neonatos com peso abaixo de 1000g conseguem inicialmente terem o canal arterial fechado com o uso de indometacina, mas em 47% dos casos os canais abrem novamente⁷⁷.

Ainda em relação à linha que sustenta a abordagem cirúrgica precoce, há aproximadamente quatro décadas atrás, vários estudos randomizados controlados examinaram o impacto da ligação cirúrgica da PCA sintomática na morbidade pulmonar neonatal^{48,49,78,79}. Esses estudos não apenas demonstraram que a ligadura cirúrgica de PCA diminuiu a necessidade de suporte ventilatório prolongado, como também evitava a morbimortalidade associada à insuficiência cardiopulmonar observada em recém-nascidos que não eram submetidos à ligadura do ducto arterioso^{78,79}. Lee *et al.*⁶⁶ concluíram ainda que a “*early ligation*” talvez diminua a incidência de enterite necrosante e melhore a intolerância à alimentação via oral em RNPT. No entanto, esses achados ainda são uma questão de controvérsia entre os neonatologistas⁸⁰.

Já a linha de conduta que sustenta a “*selective ligation*” preconiza que nessa abordagem só se indica o tratamento cirúrgico para aqueles recém-nascidos que permanecem com insuficiência cardíaca ou insuficiência respiratória, apesar do tratamento clínico com ventilação mecânica e drogas vasoativas^{31,60,67,68,81}.

Os defensores da “*selective ligation*” entendem que o procedimento cirúrgico tem suas próprias complicações e, como os prematuros têm uma alta taxa de fechamento espontâneo da PCA durante os primeiros dois anos após o nascimento^{69,71}, a ligadura precoce pode expor os RNPT a uma cirurgia que talvez não precisem⁶⁷.

Com melhorias no manejo medicamentoso dos neonatos a abordagem cirúrgica poderia ser encarada como o último passo no tratamento da PCA, visto que as crianças doentes podem ter suporte farmacológico que permita seu crescimento e, eventualmente, realizar posteriormente a intervenção transcaterter (procedimento intervencionista via hemodinâmica, sem necessidade de cirurgia), caso o canal arterial não se feche espontaneamente⁶⁰.

Os proponentes da abordagem farmacológica frequentemente realizam estudos observacionais sugerindo que a ligação cirúrgica da PCA está associada a um aumento da incidência de doença pulmonar crônica, displasia broncopulmonar, enterocolite necrosante e retinopatia da prematuridade³³. Os resultados descritos no presente estudo foram referentes à ligadura cirúrgica. Acredita-se que a indicação seletiva (ou seja, mais tardia) para a cirurgia de fechamento de canal arterial em RNPT

possa diminuir o número de casos a serem operados e, em consequência, as complicações do procedimento, sejam elas a curto ou longo prazo^{31,60,67,68,81}.

Analisando o estudo de Jhaveri *et al.*³¹, a indicação do tratamento cirúrgico é inversamente proporcional à idade gestacional, entre 24 a 25 semanas de gestação a cirurgia foi indicada em 81% dos casos, enquanto, para os neonatos entre 26 a 27 semanas, houve indicação cirúrgica em 56% dos casos. Como os dados apresentados no presente estudo é de uma série de casos cirúrgicos, não foi possível comparar esta informação, porém, a idade média gestacional variou entre 24 a 30 semanas, com uma média de 26,92 semanas com desvio padrão de 1,66.

Ainda em relação ao estudo de Jhaveri *et al.*³¹, os pesquisadores encontraram que em apenas 33% dos casos pertencentes ao grupo dos neonatos que foram submetidos à cirurgia seletiva de ligadura do canal tinham os canais arteriais persistentes classificados ecocardiograficamente como de tamanho moderado a grande classificação de Kluckow e Evans⁸². Já no trabalho aqui apresentado, 100% dos PCAs do estudo eram de tamanho moderado a grande, com variação entre 1,7 e 5 mm (média de 3,05 mm de diâmetro).

Essas divergências poderiam sugerir que apenas o tamanho do PCA não é um determinante para a indicação cirúrgica e deve-se também levar em consideração a repercussão hemodinâmica como um critério para a cirurgia. Além disso, a diferença de um milímetro de diâmetro de canal arterial representa muita área a mais quando considera RNPT com pesos inferiores a 1000g.

O presente estudo só avaliou retrospectivamente os recém-nascidos submetidos a cirurgia seletiva corretiva de persistência de canal arterial (treze casos), não considerou os recém-nascidos tratados clinicamente. Em nove recém-nascidos (69,23%) foi necessário o uso de surfactante pulmonar exógeno, entretanto, não foi suficiente para gerar estabilidade hemodinâmica. A média de ciclos prescritos de indometacina foi de 1,77 e não foi utilizado o ibuprofeno. Mesmo assim, 11 RNPT (84,62%) apresentaram insuficiência cardíaca congestiva, sendo necessário o uso de drogas vasoativas e dois deles apresentaram insuficiência respiratória (15,38%). No estudo de Jhaveri *et al.*³¹, os principais motivos da ligadura foram o aumento das necessidades ventilatórias (87%) e/ou a hipotensão persistente com necessidade de suporte inotrópico (39%), que não puderam ser explicadas por outras causas.

Observou-se ainda que a média da idade dos prematuros no momento da cirurgia do presente trabalho foi maior (27,69 dias) quando comparados com os estudos de Jhaveri *et al.*³¹ que foi de 23 dias e de Lee *et al.*⁸³ que foi de 15 dias. Isso evidencia que a indicação dos recém-nascidos para a abordagem cirúrgica por parte do Heart Team do hospital foi ainda mais expectante e conservadora nesse estudo.

Outro fator importante foi a diferença entre o peso ao nascimento, que variou entre 650g a 1500g com média de 1016,15g e o peso no momento do procedimento cirúrgico que variou entre 900 e 1820 gramas, com uma média de 1161,15g. Foi possível observar um ganho médio de aproximadamente 150g. No entanto, a criança de menor

peso que foi para cirurgia ganhou 720g operando com 1370g e não com 650g (importante para controle anestésico intraoperatório e para evitar sequelas devidas ao tamanho da incisão cirúrgica).

Após os procedimentos cirúrgicos de fechamento do canal arterial descritos nesta pesquisa observaram-se algumas complicações pós-operatórias, sendo que na sua maioria foram infecciosas, das quais nove neonatos evoluíram com broncopneumonia (69,23%); um paciente apresentou infecção superficial de ferida operatória (7,69%) e ocorreu um caso de pneumotórax (7,69%). Acredita-se que o alto índice de pneumonia está relacionado ao tempo prolongado de intubação orotraqueal pré-cirúrgica, que variou de 7 a 39 dias, sendo a média de 22,62 dias.

Lehenbauer *et al.*⁶⁰ mostraram os casos de RNPT submetidos à ligadura cirúrgica entre 2003 e 2015 e relataram que a morbidade em prematuros com peso inferior a 1000g foi de 2,4%. Neste estudo, dois recém-nascidos (1,2%) apresentaram pneumotórax com necessidade de drenagem de tórax, um paciente (0,6%) apresentou recorrente lesão do nervo laríngeo e um paciente (0,6%) apresentou significativo sangramento intraoperatório.

Jhaveri *et al.*³¹, Lee *et al.*⁸³ e Madan *et al.*⁸⁴ apresentaram taxas de mortalidade pós-operatória de 9%, 19% e 20%, respectivamente. No estudo aqui apresentado houve dois casos de sepse, que tiveram como desfecho o óbito (15,35%). Observa-se que os óbitos foram após 31 e 52 dias do procedimento, o que direciona a complicações clínicas mais do que cirúrgicas.

No entanto, é importante ressaltar que ambos os neonatos que foram a óbito apresentavam também cardiopatias congênitas complexas (PCA + CIA + CIV em um caso e PCA + Coartação de Aorta + Estenose Aórtica + Insuficiência Mitral no segundo caso). Essa associação entre PCA e outras cardiopatias congênitas não é incomum. Houve dois recém-nascidos sem outra cardiopatia (15,38%), porém, quatro recém-nascidos apresentaram cardiopatias complexas descritas na Tabela 2 (30,77%) e sete recém-nascidos apresentaram PCA associado unicamente à comunicação interatrial (CIA) (53,85%).

A associação de PCA e CIA é frequente nos RNPT, considerando que ambas são condições fisiologicamente necessárias para a vida intrauterina e ambas têm possibilidade de fechamento espontâneo. Rivera *et al.*⁸⁵ revelaram uma prevalência de doença congênita do coração em RNPT de baixo peso de 13,2:1000 recém-nascidos vivos e Guitti⁸⁶ observou uma taxa de cardiopatia congênita de 5,5:1000 nascidos vivos, sem considerar o peso dos neonatos.

Jhaveri *et al.*³¹ analisaram que a abordagem seletiva foi associada com taxas diminuídas de ligadura do canal (72% versus 100%, $p < 0,05$). Embora os RNPT tenham sido expostos a shunts de PCA maiores por períodos mais longos no período de tratamento conservador, as taxas de displasia broncopulmonar, sepse, retinopatia da prematuridade, lesão neurológica e morte não mudaram e a taxa global de enterocolite necrosante foi significativamente menor.

Neste estudo, observou-se que a técnica cirúrgica por clipagem utilizada em dez casos (76,92%) mostrou-se altamente efetiva, sem necessidade de reoperação,

com 100% de resolutividade e com baixo índice de complicações. A técnica de secção e sutura realizada em três casos (23,08%) realizou-se em recém-nascidos com canal arterial muito grande, onde os tamanhos dos clips não permitiram a sua total oclusão. A técnica extrapleural sem drenagem torácica posterior que foi realizada em quatro casos (30,77%) foi sempre tentada primeiramente, porém a delicada pleura dos RNPT e o tamanho da incisão cirúrgica necessária para a realização do procedimento nem sempre torna essa técnica possível.

Outro parâmetro importante a considerar é o local onde se realiza o procedimento cirúrgico. Por conta da instabilidade dos RNPT e do risco na transferência da UTI para o Centro cirúrgico, em alguns centros a cirurgia é realizada rotineiramente nas UTIs neonatais^{75,83}. No estudo aqui apresentado todas as cirurgias foram realizadas no Centro Cirúrgico, uma vez que a UTI neonatal onde o trabalho foi realizado não conta com a infraestrutura necessária para a realização da ligadura cirúrgica no local.

A natureza retrospectiva e tamanho modesto da amostra limita o tipo de análise que pode ser realizada e as conclusões que podem ser derivadas. Não foi possível concluir se a conduta expectante foi uma abordagem com resultados superiores caso houvesse sido realizado o tratamento cirúrgico precoce.

Além disso, este estudo concentrou-se na morbidade e mortalidade a curto prazo e não avaliou as possíveis complicações desses recém-nascidos a longo prazo, como por exemplo, disfunção neurossensorial.

Em conclusão, todos os RNPT que foram submetidos à cirurgia tiveram peso ao nascimento menor de 1500g. A média de canal arterial foi de 3,05 mm de diâmetro. A idade gestacional média foi de 26,92 semanas e 62% dos casos eram do sexo feminino. A técnica

cirúrgica mais frequente foi a da tripla clipagem, não houve sangramento ou reoperação nesta série de casos. A cirurgia seletiva de PCA ainda se faz necessária nos dias atuais para aumentar a chance de sobrevivência desses recém-nascidos com diagnóstico de PCA e com sinais clínicos de insuficiência respiratória e ou cardíaca.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu pelas discussões acerca do objeto de pesquisa e por subsidiar o espaço para discussões acerca da temática Metodologia Científica e sua aplicabilidade em Ciências da Saúde. Agradecemos ainda, a pós-graduanda Juliana Zangirolamo Raimundo pela análise estatística realizada na elaboração da análise dessa série de casos.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito ético ou de interesse na apresentação dos resultados dessa pesquisa.

Contribuição ao manuscrito

Renán Prado: Concepção do projeto e busca do cenário da pesquisa, definição do objeto de pesquisa e coleta de dados, discussão e gerenciamento do banco de dados; José Carlos Arteaga Camacho: Discussão dos resultados e análise dos desfechos; Raul Armando Micalay Paredes: Discussão dos resultados e análise dos desfechos, Fernando Magalhães Coutinho: Discussão dos resultados e análise dos desfechos, Mariane Albuquerque Lima Ribeiro: base empírica de literatura e discussão dos resultados, Andrés Ricardo Pérez Riera: concepção do objeto, desenho do estudo e fechamento da redação final do texto.

REFERÊNCIAS

- Vettukattil JJ. Pathophysiology of patent ductus arteriosus in the preterm infant. *Curr Pediatr Rev.* 2016;12(2):120-2. DOI: <http://doi.org/10.2174/157339631202160506002215>
- World Health Organization (WHO). Born too soon: the global action report on preterm birth. [cited 2019 Mar 10]. Available from: https://www.who.int/pmnch/media/news/2012/201204_borntoosoon-report.pdf.
- Lemons JA, Bauer CR, Oh W, Korones SB, Papile LA, Stoll BJ, et al. Very low birth weight outcomes of the National Institute of Child health and human development neonatal research network. *Pediatrics.* 2001;107(1):E1. DOI: <http://doi.org/10.1542/peds.107.1.e1>
- Hintz SR, Poole WK, Wright LL, Fanaroff AA, Kendrick DE, Laptook AR, et al. Changes in mortality and morbidities among infants born at less than 25 weeks during the post-surfactant era. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2005;90(2):F128-33. DOI: <http://doi.org/10.1136/adc.2003.046268>
- Heymann MA, Rudolph AM. Control of the ductus arteriosus. *Physiol Rev.* 1975;55(1):62-78. DOI: <http://doi.org/10.1152/physrev.1975.55.1.62>
- Lloyd TR, Beekman RH. Clinically silent patent ductus arteriosus. *Am Heart J.* 1994;127(6):1664-5. DOI: [http://doi.org/10.1016/0002-8703\(94\)90415-4](http://doi.org/10.1016/0002-8703(94)90415-4)
- Clyman RI. Ibuprofen and patent ductus arteriosus. *N Engl J Med.* 2000; 343(10):728-30. DOI: <http://doi.org/10.1056/NEJM200009073431009>
- Koehne PS, Bein G, Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Bühner C, Obladen M. Patent ductus arteriosus in very low birthweight infants: complication of pharmacological and surgical treatment. *J Perinat Med.* 2001;29(4):327-34. DOI: <http://doi.org/10.1515/JPM.2001.047>
- Gould DS, Montenegro LM, Gaynor JW, Lacy SP, Ittenbach R, Stephens P, et al. A comparison of on-site and off-site patent ductus arteriosus ligation in premature infants. *Pediatrics.* 2003;112(6 Pt 1):1298-301. DOI: <http://doi.org/10.1542/peds.112.6.1298>

10. Hammoud MS, ElSORI HA, Hanafi EA, Shalabi AA, Fouda IA, Devarajan LV. Incidence and risk factors associated with the patency of ductus arteriosus in preterm infants with respiratory distress syndrome in Kuwait. *Saudi Med J.* 2003;24(9):982-5.
11. Thébaud B, Michelakis ED, Wu XC, Moudgil R, Kuzyk M, Dyck JR, et al. Oxygen-sensitive Kv channel gene transfer confers oxygen responsiveness to preterm rabbit and remodeled human ductus arteriosus: implications for infants with patent ductus arteriosus. *Circulation.* 2004;110(11):1372-9. DOI: <http://doi.org/10.1161/01.CIR.0000141292.28616.65>
12. Locali RF, Matsuoka PK, Gabriel EA, Bertini Júnior A, Rotta CA, Catan R, et al. Tratamento da persistência do canal arterial em recém-nascidos prematuros: análise clínica e cirúrgica. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90(5):345-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2008000500007>
13. Carlgren LE. The incidence of congenital heart disease in children born in Gothenburg 1941-1950. *Br Heart J.* 1959;21(1):40-50. DOI: <http://doi.org/10.1136/hrt.21.1.40>
14. Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation.* 1971;43(3):323-32. DOI: <http://doi.org/10.1161/01.cir.43.3.323>
15. Catani LH. Defeitos cardíacos congênitos específicos In: Park MK. *Cardiologia pediátrica.* 6th ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015; p. 168.
16. Iyer P, Evans N. Re-evaluation of the left atrial to aortic root ratio as a marker of patent ductus arteriosus. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1994;70(2):F112-7. DOI: <http://doi.org/10.1136/fn.70.2.f112>
17. Ellison RC, Peckham GJ, Lang P, Talner NS, Lerer TJ, Lin L, et al. Evaluation of the preterm infant for patent ductus arteriosus. *Pediatrics.* 1983;71(3):364-72.
18. Dice JE, Bhatia J. Patent ductus arteriosus: an overview. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2007;12(3):138-46. DOI: <http://doi.org/10.5863/1551-6776-12.3.138>
19. Costeloe K, Hennessy E, Gibson AT, Marlow N, Wilkinson AR. The EPICure study: outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics.* 2000;106(4):659-71. DOI: <http://doi.org/10.1542/peds.106.4.659>
20. Cooke L, Steer P, Woodgate P. Indomethacin for asymptomatic patent ductus arteriosus in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(2):CD003745. DOI: <http://doi.org/10.1002/14651858.CD003745>
21. Moore P, Brook MM, Heyman MA. Patent ductus arteriosus. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF. *Heart Disease in Infants, Children and Adolescents: including the fetus and young adults.* 7th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2008; p. 683-702.
22. Noori S, McCoy M, Friedlich P, Bright B, Gottipati V, Seri I, et al. Failure of ductus arteriosus closure is associated with increased mortality in preterm infants. *Pediatrics.* 2009;123(1):e138-44. DOI: <http://doi.org/10.1542/peds.2008-2418>
23. Mezu-Ndubuisi OJ, Agarwal G, Raghavan A, Pham JT, Ohler KH, Maheshwari A. Patent ductus arteriosus in premature neonates. *Drugs.* 2012;72(7):907-16. DOI: <http://doi.org/10.2165/11632870-000000000-00000>
24. Zangirolami-Raimundo J, Echeimberg JO, Leone C. Research methodology topics: Cross-sectional studies. *J Hum Growth Dev.* 2018;28(3):356-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.152198>
25. Brasil. Conselho Nacional de Saúde (CNS). Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. [cited 2019 Mar 10]. Available from: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>
26. Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg.* 1953;32(4):260-7.
27. Mouzinho AI, Rosenfeld CR, Risser R. Symptomatic patent ductus arteriosus in very-low-birth-weight infants: 1987-1989. *Early Hum Dev.* 1991;27(1-2):65-77. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0378-3782\(91\)90028-2](http://dx.doi.org/10.1016/0378-3782(91)90028-2)
28. Reller MD, Rice MJ, McDonald RW. Review of studies evaluating ductal patency in the premature infant. *J Pediatr.* 1993;122(6):S59-62. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(09\)90044-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(09)90044-0)
29. Trus T, Winthrop AL, Pipe S, Shah J, Langer JC, Lau GY. Optimal management of patent ductus arteriosus in the neonate weighing less than 800 g. *J Pediatr Surg.* 1993;28(9):1137-9. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3468\(93\)90148-e](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3468(93)90148-e)
30. Benitz WE. Treatment of persistent patent ductus arteriosus in preterm infants: time to accept the null hypothesis? *J Perinatol.* 2010;30(4):241-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/jp.2010.3>

31. Jhaveri N, Moon-Grady A, Clyman RI. Early surgical ligation versus a conservative approach for management of patent ductus arteriosus that fail to close after indomethacin treatment. *J Pediatr.* 2010;157(3):381-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.02.062>
32. Hamrick SE, Hansmann G. Patent ductus arteriosus of the preterm infant. *Pediatrics.* 2010;125(5):1020-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-3506>
33. Bancalari E, Claire N, Gonzalez A. Patent ductus arteriosus and respiratory outcome in premature infants. *Biol Neonate.* 2005;88(3):192-201. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000087582>
34. Clyman RI. Developmental physiology of the ductus arteriosus. In: Long WA. *Fetal and neonatal cardiology.* Philadelphia: WB Saunders, 1990; p.64-75.
35. Clyman RI. Patent ductus arteriosus in the premature infant. In: Avery ME. *Diseases of the newborn.* Philadelphia: WB Saunders, 1998.
36. Brook M, Heymann M. Patent ductus arteriosus. In: Emmanouilides GC, Riemenschneider TA, Allen HD, Gutgesell HP. *Moss and adams heart disease in infants, children and adolescents including the fetus and young adult.* 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995; p. 746-64.
37. Kluckow M, Evans N. Ductal shunting, high pulmonary blood flow, and pulmonary hemorrhage. *J Pediatr.* 2000;137(1):68-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.1067/mpd.2000.106569>
38. Brown ER. Increased risk of bronchopulmonary dysplasia in infants with patent ductus arteriosus. *J Pediatr.* 1979;95(5 Pt 2):865-6. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(79\)80454-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(79)80454-0)
39. Rojas MA, Gonzalez A, Bancalari E, Claire N, Poole C, Silva-Neto G. Changing trends in the epidemiology and pathogenesis of neonatal chronic lung disease. *J Pediatr.* 1995;126(4):605-10. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(95\)70362-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(95)70362-4)
40. Bancalari E, Claire N, Sosenko IR. Bronchopulmonary dysplasia: changes in pathogenesis, epidemiology and definition. *Semin Neonatol.* 2003;8(1):63-71. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1084-2756\(02\)00192-6](http://dx.doi.org/10.1016/s1084-2756(02)00192-6)
41. Hammerman C. Patent ductus arteriosus. Clinical relevance of prostaglandins and prostaglandin inhibitors in PDA pathophysiology and treatment. *Clin Perinatol.* 1995;22(2):457-79.
42. Martin CG, Snider AR, Katz SM, Peabody JL, Brady JP. Abnormal cerebral blood flow patterns in preterm infants with a large patent ductus arteriosus. *J Pediatr.* 1982;101(4):587-93. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(82\)80715-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(82)80715-4)
43. Nestrud RM, Hill DE, Arrington RW, Beard AG, Dungan WT, Lau PY, et al. Indomethacin treatment in patent ductus arteriosus. A double-blind study utilizing indomethacin plasma levels. *Dev Pharmacol Ther.* 1980;1(2-3):125-36.
44. Shimada S, Kasai T, Konishi M, Fujiwara T. Effects of patent ductus arteriosus on left ventricular output and organ blood flows in preterm infants with respiratory distress syndrome treated with surfactant. *J Pediatr.* 1994;125(2):270-7. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(94\)70210-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(94)70210-1)
45. Weir FJ, Ohlsson A, Myhr TL, Fong K, Ryan ML. A patent ductus arteriosus is associated with reduced middle cerebral artery blood flow velocity. *Eur J Pediatr.* 1999;158(6):484-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s004310051125>
46. Dudell GG, Gersony WM. Patent ductus arteriosus in neonates with severe respiratory disease. *J Pediatr.* 1984;104(6):915-20. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(84\)80499-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(84)80499-0)
47. Osborn DA, Evans N, Kluckow M. Effect of early targeted indomethacin on the ductus arteriosus and blood flow to the upper body and brain in the preterm infant. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2003;88(6):F477-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/fn.88.6.f477>
48. Cotton RB, Stahlman MT, Bender HW, Graham TP, Catterton WZ, Kovar I. Randomized trial of early closure of symptomatic patent ductus arteriosus in small preterm infants. *J Pediatr.* 1978;93(4):647-51. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(78\)80910-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(78)80910-x)
49. Cassady G, Crouse DT, Kirklin JW, Strange MJ, Joiner CH, Godoy G, Odrezin GT, et al. A randomized, controlled trial of very early prophylactic ligation of the ductus arteriosus in babies who weighed 1000 g or less at birth. *N Engl J Med.* 1989;320(23):1511-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM198906083202302>
50. Dollberg S, Luskay A, Reichman B. Patent ductus arteriosus, indomethacin and necrotizing enterocolitis in very low birth weight infants: a population-based study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;40(2):184-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005176-200502000-00019>
51. Sankaran K, Puckett B, Lee DS, Seshia M, Boulton J, Qiu Z, et al. Variations in incidence of necrotizing enterocolitis in Canadian neonatal intensive care units. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2004;39(4):366-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005176-200410000-00012>

52. Friedman WF, Hirschklau MJ, Printz MP, Pitlick PT, Kirkpatrick SE. Pharmacologic closure of patent ductus arteriosus in the premature infant. *N Engl J Med.* 1976;295(10):526-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM197609022951003>
53. Heymann MA, Rudolph AM, Silverman NH. Closure of the ductus arteriosus in premature infants by inhibition of prostaglandin synthesis. *N Engl J Med.* 1976;295(10):530-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM197609022951004>
54. Attridge JT, Clark R, Walker MW, Gordon PV. New insights into spontaneous intestinal perforation using a national data set: (1) SIP is associated with early indomethacin exposure. *J Perinatol.* 2006;26(2):93-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jp.7211429>
55. Vanpée M, Ergander U, Herin P, Aperia A. Renal function in sick, very low-birth-weight infants. *Acta Paediatr.* 1993;82(9):714-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.1993.tb12544.x>
56. Keating P, Verhagen E, van Hoften J, ter Horst H, Bos AF. Effect of indomethacin infused over 30 minutes on cerebral fractional tissue oxygen extraction in preterm newborns with a patent ductus arteriosus. *Neonatology.* 2010;98(3):232-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000283946>
57. Vieux R, Desandes R, Boubred F, Semama D, Guillemain F, Buchweiller MC, et al. Ibuprofen in very preterm infants impairs renal function for the first month of life. *Pediatr Nephrol.* 2010;25(2):267-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00467-009-1349-9>
58. Hundscheid T, Onland W, van Overmeire B, Dijk P, van Kaam AHLC, Dijkman KP, et al. Early treatment versus expectative management of patent ductus arteriosus in preterm infants: a multicentre, randomised, non-inferiority trial in Europe (BeNeDuctus trial). *BMC Pediatr.* 2018;18(1):262. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-018-1215-7>
59. Ivey HH, Kattwinkel J, Park TS, Krovetz LJ. Failure of indomethacin to close persistent ductus arteriosus in infants weighing under 1000 grams. *Br Heart J.* 1979;41(3):304-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.41.3.304>
60. Lehenbauer DG, Fraser CD, Crawford TC, Hibino N, Aucott S, Grimm JC, et al. Surgical closure of patent ductus arteriosus in premature neonates weighing less than 1,000 grams: contemporary outcomes. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2018;9(4):419-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/2150135118766454>
61. Roclawski M, Sabiniewicz R, Potaz P, Smoczynski A, Pankowski R, Mazurek T, et al. Scoliosis in patients with aortic coarctation and patent ductus arteriosus: does standard posterolateral thoracotomy play a role in the development of the lateral curve of the spine? *Pediatr Cardiol.* 2009;30(7):941-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00246-009-9469-3>
62. Smith ME, King JD, Elsherif A, Muntz HR, Park AH, Kouretas PC. Should all newborns who undergo patent ductus arteriosus ligation be examined for vocal fold mobility? *Laryngoscope.* 2009;119(8):1606-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/lary.20148>
63. Moin F, Kennedy KA, Moya FR. Risk factors predicting vasopressor use after patent ductus arteriosus ligation. *Am J Perinatol.* 2003;20(6):313-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-42693>
64. Ciongoll W, Fiorelli AI, Gaioto FA, Busnardo FF, Cruz LNF, Meira EBS, et al. Tratamento do canal arterial persistente em neonatos prematuros: análise de 18 casos. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1993;8(4):282-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76381993000400006>
65. Mosalli R, Alfaleh K. Prophylactic surgical ligation of patent ductus arteriosus for prevention of mortality and morbidity in extremely low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(1):CD006181. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006181.pub2>
66. Lee JH, Ro SK, Lee HJ, Park HK, Chung WS, Kim YH, et al. Surgical ligation on significant patent ductus arteriosus in very low birth weight infants: Comparison between early and late ligations. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;47(5):444-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.5090/kjtcs.2014.47.5.444>
67. Benitz WE. Patent ductus arteriosus: to treat or not to treat? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2012;97(2):F80-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2011-300381>
68. Abdel-Hady H, Nasef N, Shabaan AE, Nour I. Patent ductus arteriosus in preterm infants: do we have the right answers. *Biomed Res Int.* 2013;2013:676192. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/676192>
69. Nemerofsky SL, Parravicini E, Bateman D, Kleinman C, Polin RA, Lorenz JM. ductus arteriosus rarely requires treatment in infants > 1000 grams. *Am J Perinatol.* 2008;25(10):661-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1090594>
70. Mohamed MA, El-Dib M, Alqahtani S, Alyami K, Ibrahim AN, Aly H. Patent ductus arteriosus in premature infants: to treat or not to treat? *J Perinatol.* 2017;37(6):652-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/jp.2017.4>

71. Romagnoli V, Pedini A, Santoni M, Scutti G, Colaneri M, Pozzi M, et al. Patent ductus arteriosus in preterm infants born before 30 weeks' gestation: high rate of spontaneous closure after hospital discharge. *Cardiol Young*. 2018;28(8):995-1000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1047951118000641>
72. Palder SB, Schwartz MZ, Tyson KR, Marr CC. Management of patent ductus arteriosus: a comparison of operative v pharmacologic treatment. *J Pediatr Surg*. 1987;22(12):1171-4. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3468\(87\)80730-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3468(87)80730-3)
73. Cooke RW, Pickering D. Poor response to oral indomethacin therapy for persistent ductus arteriosus in very low birthweight infants. *Br Heart J*. 1979;41(3):301-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.41.3.301>
74. Lee LLC, Tillett A, Tulloh R, Yates R, Kelsall W. Outcome following patent ductus arteriosus ligation in premature infants: a retrospective cohort analysis. *BMC Pediatr*. 2006;6:15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-6-15>
75. Avsar MK, Demir T, Celiksular C, Zeybek C. Bedside PDA ligation in premature infants less than 28 weeks and 1000 grams. *J Cardiothorac Surg*. 2016;11(1):146. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s13019-016-0539-3>
76. Little DC, Pratt TC, Blalock SE, Krauss DR, Cooney DR, Custer MD. Patent ductus arteriosus in micropreemies and full-term infants: the relative merits of surgical ligation versus indomethacin treatment. *J Pediatr Surg*. 2003;38(3):492-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/jpsu.2003.50086>
77. Rudd P, Montanez P, Hallidie-Smith K, Silverman M. Indomethacin treatment for patent ductus arteriosus in very low birthweight infants: double blind trial. *Arch Dis Child*. 1983;58(4):267-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.58.4.267>
78. Malviya MN, Ohlsson A, Shah SS. Surgical versus medical treatment with cyclooxygenase inhibitors for symptomatic patent ductus arteriosus in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(3):CD003951. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003951.pub3>
79. Käpä P, Lanning P, Koivisto M. Early closure of patent ductus arteriosus with indomethacin in preterm infants with idiopathic respiratory distress syndrome. *Acta Paediatr Scand*. 1983;72(2):179-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.1983.tb09693.x>
80. Bose CL, Laughon MM. Patent ductus arteriosus: lack of evidence for common treatments. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007;92(6):F498-502. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2005.092734>
81. Wickremasinghe AC, Rogers EE, Piecuch RE, Johnson BC, Golden S, Moon-Grady AJ, et al. Neurodevelopmental outcomes following two different treatment approaches (early ligation and selective ligation) for patent ductus arteriosus. *J Pediatr*. 2012;161(6):1065-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.05.062>
82. Kluckow M, Evans N. Early echocardiographic prediction of symptomatic patent ductus arteriosus in preterm infants undergoing mechanical ventilation. *J Pediatr*. 1995;127(5):774-9. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(95\)70172-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(95)70172-9)
83. Lee GY, Sohn YB, Kim MJ, Jeon GW, Shim JW, Chang YS, et al. Outcome following surgical closure of patent ductus arteriosus in very low birth weight infants in neonatal intensive care unit. *Yonsei Med J*. 2008;49(2):265-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.3349/ymj.2008.49.2.265>
84. Madan JC, Kendrick D, Hagadorn JI, Frantz ID; National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Patent ductus arteriosus therapy: impact on neonatal and 18-month outcome. *Pediatrics*. 2009;123(2):674-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2007-2781>
85. Rivera IR, Silva MA, Fernandes JM, Thomaz AC, Soriano CF, Souza MG. Congenital heart diseases in the newborn: from the pediatrician's request to the cardiologist's evaluation. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(1):6-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2007001300002>
86. Guitti JC. Epidemiological characteristics of congenital heart diseases in Londrina, Paraná South Brazil. *Arq Bras Cardiol*. 2000;74(5):395-404. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2000000500001>

Abstract

Introduction: The ductus arteriosus is a small fetal structure that connects two large arteries (aorta and pulmonary) but becomes pathological when it is maintained after birth. Morbidities associated with persistent patent ductus arteriosus (PDA) may lead to the conclusion that the best approach is early surgical treatment. However, there is evidence that expectant (more selective) surgical management may reduce the chances of unnecessary surgeries and their risks.

Objective: To analyze the clinical and surgical profile of preterm newborns submitted to selective correction surgery of the patent ductus arteriosus.

Methods: This paper contemplates a series of cases, in which all patients submitted to the surgical treatment of PDA in preterm infants were described retrospectively (2009-2016), through the analysis of medical records of the Santa Marcelina Hospital, SP-Brazil.

Results: During this period, there were 13 cases of premature infants who underwent selective surgical correction of PDA. Gestational age was 26.92 weeks, maternal age ranged from 15 to 44, birth weight varied between 650 and 1500g, mostly women (61.54%). The diameter of the ductus arteriosus ranged from 1.7 to 4.1 mm, four patients had complex congenital heart disease (30.77%). The median courses of indomethacin were 1.77, congestive heart failure was shown in 11 patients (84.62%), the median age at surgery was 27.69 days and the median duration of orotracheal intubation was 22.62 days. The weight of the newborns at the time of the surgical act varied between 900 and 1820g. The postoperative complications were mostly infectious, with nine patients with bronchopneumonia (69.23%), one patient had pneumothorax. Sepsis occurred in two cases (15.35%) that died due to the same complication (15.35%).

Conclusion: All preterm newborns who underwent surgery had birth weight less than 1500g. The median arterial canal was 3.05 mm in diameter. The median gestational age was 26.92 weeks and 62% of the cases were female. The most frequent surgical technique was the triple clipping, there was no bleeding or reoperation in this series of cases.

Keywords: patent ductus arteriosus, cardiac surgery, preterm newborn, congenital heart disease, low birth weight newborn.

©The authors (2019), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.