

Lilian Goraieb

Comportamento Pulmonar nos Portadores de  
Cardiopatias Congênitas com Hiperfluxo  
Pulmonar após Tratamento Cirúrgico

São José do Rio Preto – SP

2005

Lilian Goraieb

Comportamento Pulmonar nos Portadores de  
Cardiopatias Congênitas com Hiperfluxo  
Pulmonar após Tratamento Cirúrgico

Tese apresentada à Faculdade de  
Medicina de São José do Rio Preto para  
obtenção do título de Mestre no Curso  
de Pós-Graduação em Ciências da  
Saúde, Eixo Temático: Medicina e  
Ciências Correlatas.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Alexandre Croti

São José do Rio Preto – SP

2005

Goraieb, Lilian

Comportamento Pulmonar nos Portadores de Cardiopatias  
Congênitas com Hiperfluxo Pulmonar após Tratamento Cirúrgico /  
Lilian Goraieb

São José do Rio Preto – SP, 2005

96 p.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de São José do  
Rio Preto – FAMERP

Eixo Temático: Medicina e Ciências Correlatas

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Alexandre Croti

1. Cardiopatias congênitas A;
2. Complacência pulmonar;
3. Circulação extracorpórea.

## Sumário

Dedicatória .....	i
Agradecimentos .....	ii
Epígrafe .....	iv
Lista de Tabelas .....	v
Lista de Figuras.....	vi
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	viii
Resumo.....	x
Abstract.....	xii
<b>1. Introdução .....</b>	<b>01</b>
1.1. Complacência Pulmonar .....	02
1.2. Hiperfluxo Pulmonar.....	03
1.3. Cardiopatias Congênitas .....	06
1.4. Tratamento Cirúrgico.....	11
1.5. Objetivo .....	15
<b>2. Casuística e Método .....</b>	<b>16</b>
2.1. Critérios de Inclusão e Exclusão .....	18
2.2. Técnica Anestésica e Ventilatória .....	18
2.3. Coleta de Dados.....	19
2.4. Cálculo de $C_p$ e $R_{VA}$ .....	22
2.5. Análise Estatística de Dados.....	23
<b>3. Resultados .....</b>	<b>25</b>
3.1. Índice de Complacência Pulmonar.....	28

3.1.1. Relação do Índice de Complacência com Variáveis do Período Pré, Intra e Pós-operatório .....	31
3.2. Índice de Resistência da Via Aérea (IR).....	39
3.2.1. Relação do Índice de Resistência com Variáveis do Período Pré, Intra e Pós-operatório.....	41
<b>4. Discussão.....</b>	<b>48</b>
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>59</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>61</b>
<b>7. Apêndice.....</b>	<b>69</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>76</b>

**Dedicatória**

---

- ✓ A minha mãe Rima e meu Pai Eli por seu amor e exemplo de excelência e dedicação profissional.
  
- ✓ A Daniel meu filho pelo seu apoio e sua permanente disposição em me ajudar na confecção deste trabalho.
  
- ✓ A Enrico meu marido, pelo incentivo, apoio incondicional, e paciência nas diferentes etapas do trabalho.
  
- ✓ Às minhas irmãs, Elizabeth, Flávia e Valéria, à avó Maria, D. Hortência, Nazaré, e sobrinhos, motivos de inspiração e estímulo constante.

## **Agradecimentos**

---

- ✓ Ao Dr. Ulisses A. Croti pela valiosa orientação e por acreditar em mim possibilitando a oportunidade de crescimento profissional e desenvolvimento na pesquisa científica.
- ✓ Aos Doutores Suzana Perez e Omar Y. P. Rincon por disponibilizarem seu grande conhecimento na área auxiliando-me em todas as fases do trabalho.
- ✓ Ao Dr. Carlos de Marchi, Dr. Moacir Godoy, Dr. João Batista, Dra. Lílian Beani, Dr. André Bodini, Renata G. Finotti, Dra. Ana Virgínia Leone, Dr. Camilo E. V. Fritz e Dr. Márcio Mussolino Queiroz sempre dispostos em atender minhas solicitações tanto nas referências bibliográficas e coleta de dados como no apoio direto.
- ✓ À equipe da sala de cirurgia cardíaca pediátrica pelo apoio e receptividade no centro cirúrgico.
- ✓ Aos amigos da UTI pediátrica em especial à Dra. Maura Negreli e Dra. Miriam Chigutti pela agradável e enriquecedora convivência diária.
- ✓ À Cassandra Sinhorini, Tatiana L. Devazio e Enfermeira Áurea Naomi sempre disponíveis no auxílio para obtenção de dados dos pacientes.

- ✓ Aos amigos Maristela Deberaldini, Ana Maria Vidal, Paulo R. Corrêa e Stella Maris Corrêa, contribuindo com suas experiências e opiniões valiosas, além da constante amizade.
  
- ✓ Aos colegas de profissão do Hospital de Base e UNIRP, pelo incentivo na realização do trabalho.
  
- ✓ Aos professores, colegas e funcionários da pós-graduação pelo rico convívio, tornando possível este trabalho.

“Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive.”

**Fernando Pessoa**

**Lista de Tabelas**

---

Tabela 1.	Estatísticas descritivas das variáveis do pré-operatório.....	27
Tabela 2.	Estatísticas descritivas das variáveis do intra-operatório.....	27
Tabela 3.	Estatísticas descritivas das variáveis do pós-operatório.....	27
Tabela 4.	Estatísticas descritivas para índice de complacência por instante do período intra-operatório.....	28
Tabela 5.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	33
Tabela 6.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	35
Tabela 7.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	37
Tabela 8.	Estatísticas descritivas para índice de resistência por instante do período intra-operatório.....	40
Tabela 9.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	43
Tabela 10.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	44
Tabela 11.	Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.....	46

---

**Lista de Figuras**

Figura 1.	Comunicação interventricular (CIV) tipo perimembranosa com extensão para via de entrada do ventrículo direito.....	07
Figura 2.	Comunicação interatrial (CIA) tipo <i>ostium secundum</i> .....	09
Figura 3.	Defeito do canal atrioventricular forma total (DCAVT) onde se visibiliza a valva atrioventricular única.....	10
Figura 4.	Aspecto geral da circulação extracorpórea no período intra-operatório na sala de operação.....	13
Figura 5.	Fórmula para cálculo entre a relação do fluxo pulmonar e sistêmico ( $Q_p/Q_s$ ).....	19
Figura 6.	Aspecto do campo cirúrgico nos quatro instantes da coleta de dados.....	21
Figura 7.	Equação da complacência pulmonar estática.....	22
Figura 8.	Equação para cálculo da resistência.....	23
Figura 9.	Saída do Minitab da análise de variância com dois fatores ( <i>Two-way ANOVA</i> ) aplicada aos dados de índice de complacência(IC).....	29
Figura 10.	Variação do índice de complacência nos quatro instantes.....	30
Figura 11.	Diagrama de dispersão de índice de complacência de acordo com a idade para cada instante.....	32
Figura 12.	<i>Box-plot</i> para dados de índice de complacência, segundo subgrupos de peso.....	34
Figura 13.	Relação idade / peso.....	36
Figura 14.	<i>Box-plot</i> de índice de complacência, de acordo com subgrupo de tempo de perfusão.....	38

Figura 15. Variação em porcentagem do índice de complacência em relação ao tempo de perfusão.....	39
Figura 16. Índice de resistência em cada instante do período intra-operatório.....	41
Figura 17. Dispersão de índice de resistência versus idade nos diferentes instantes de medição.....	42
Figura 18. <i>Box-plot</i> para dados de índice de resistência de acordo com os subgrupos de peso.....	45
Figura 19. <i>Box-plot</i> de índice de resistência, de acordo com subgrupo de tempo de perfusão.....	47

**Lista de Abreviaturas e Símbolos**

---

AST	–	Área de secção transversa
CATVP	–	Conexão anômala total de veias pulmonares
Cdm	–	Complacência dinâmica
CEC	–	Circulação extracorpórea
CIA	–	Comunicação interatrial
CIV	–	Comunicação interventricular
CoAo	–	Coarctação da aorta
Cp	–	Complacência pulmonar
Cst	–	Complacência estática
DCAV	–	Defeito do canal atrioventricular
DCAVP	–	Defeito do canal atrioventricular forma parcial
DCAVT	–	Defeito do canal atrioventricular forma total
D <sub>VSVD</sub>	–	Diâmetro da via de saída do ventrículo direito
D <sub>VSVE</sub>	–	Diâmetro via de saída do ventrículo esquerdo
IC	–	Índice de complacência
IR	–	Índice de resistência da via aérea
ITV	–	Integral tempo velocidade
PAP	–	Pressão de artéria pulmonar
PDA	–	Persistência do ducto arterial
Peep	–	Pressão positiva expiratória final
Pplat	–	Pressão de platô
Q	–	Fluxo
Qp	–	Fluxo pulmonar

Qs	– Fluxo sistêmico
R <sub>VA</sub>	– Resistência da via aérea
SHCE	– Síndrome da hipoplasia do coração esquerdo
sr	– Sistema respiratório
TGA	– Transposição das grandes artérias
Tperf.	– Tempo de perfusão
T <sub>4</sub> F	– Tetralogia de Fallot
UTI	– Unidade de terapia intensiva
VM	– Ventilação mecânica
Vt	– Volume corrente
ΔV	– Variação de volume
ΔP	– Variação de pressão

**Objetivo:** Avaliar o comportamento da complacência pulmonar e resistência da via aérea nos pacientes portadores de cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar submetidos a tratamento cirúrgico com auxílio de circulação extracorpórea. **Método:** Trinta e cinco pacientes foram avaliados com medidas de complacência estática e resistência da via aérea em quatro instantes distintos durante a cirurgia: O primeiro antes da abertura do tórax, com a criança já anestesiada e sob ventilação mecânica. O segundo, após a abertura do tórax e pericárdio, com os afastadores posicionados. O terceiro, cinco minutos após a saída de circulação extracorpórea e o quarto, após o fechamento do tórax. As medidas pulmonares foram feitas de forma não invasiva com o método de oclusão da via aérea ao final da inspiração e uso de fórmulas matemáticas específicas. As variáveis observadas e relacionadas às alterações pulmonares foram: No período pré-operatório, idade, peso e a relação entre fluxo sanguíneo sistêmico e pulmonar, no intra-operatório, tempos de perfusão, de anóxia e temperatura mínima, no pós-operatório, tempo de ventilação mecânica e tempo de permanência na unidade de terapia intensiva. **Resultados:** A Complacência pulmonar ao final da cirurgia mostrou aumento significativo imediato ( $P < 0,001$ ) em todos os pacientes. Pacientes maiores de 30 meses tiveram maior aumento ( $P = 0,0004$ ). Os com peso superior a 10kg também apresentaram maior aumento ( $P = 0,0006$ ). Pacientes com tempo de circulação extracorpórea maior que 50 minutos demoraram mais para apresentar aumento da complacência pulmonar ( $P = 0,04$ ). A resistência da via aérea não apresentou alteração significativa ao final da correção cirúrgica

( $P=0,393$ ). **Conclusão:** A complacência pulmonar apresentou melhora ao final da cirurgia em todos os pacientes, sendo influenciada de forma significativa pela idade, peso e tempo de circulação extracorpórea. A resistência da via aérea, entretanto, não se alterou.

**Palavras-Chave:** 1. Cardiopatias congênitas; 2. Complacência pulmonar;  
3. Circulação extracorpórea.

**Objective:** To evaluate the behavior of the pulmonary compliance and resistance of the airway passage in patients with high blood flow congenital heart disease undergoing surgical treatment with cardiopulmonary bypass.

**Method:** The static pulmonary compliance and the airway resistance were evaluated in 35 patients during the intraoperative period, in four distinct instants: the first, before the thorax opening, with the infants being already anesthetized, under mechanical ventilation; the second, after thorax and pericardium opening, with the retractors in position; the third, five minutes after the end of cardiopulmonary bypass; the fourth, after thorax closing. Pulmonary measurements were performed non-invasively by means of the airway occlusion at the end of inspiration, and the use of proper mathematical formula. In different periods, the observed and related variables with the pulmonary changes were: preoperative, the age, weight and systemic and pulmonary blood flow; intraoperative, the perfusion and the anoxia duration and the minimum body temperature; and, postoperative, duration of mechanical ventilatory support and the length of stay in the ICU.

**Results:** At the end of the surgery, the pulmonary compliance showed a significant and immediate increase ( $P < 0.001$ ) in all the patients. Patients over 30-months as well as the ones with weight over 10kg showed greater increase;  $P = 0.0004$ ,  $P = 0.0006$ , respectively. Patients with 50-minute duration of cardiopulmonary bypass delayed more to present increase of pulmonary compliance ( $P = 0.04$ ). The resistance of the airway passage did not present significant alteration at the end of surgical correction ( $P = 0.393$ ).

**Conclusion:** All the patients presented

pulmonary compliance improvement at the end of the surgery. It was influenced significantly by the age, weight and duration of cardiopulmonary bypass; however, the resistance of the airway passage has not changed.

**Key-Words:** 1. Congenital heart disease; 2. Pulmonary compliance;  
3. Cardiopulmonary bypass.

## **1. INTRODUÇÃO**

---

## 1. INTRODUÇÃO

As alterações da complacência pulmonar (CP) e resistência da via aérea ( $R_{VA}$ ) nos portadores de cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar submetidos ao tratamento cirúrgico são pouco estudadas. Suas correlações com variáveis do pré-operatório, intra-operatório e pós-operatório permitem avaliar o impacto do hiperfluxo pulmonar e prever possíveis anormalidades da função pulmonar na evolução clínica dos pacientes.

### 1.1. Complacência Pulmonar

É definida como a expansibilidade dos pulmões e do tórax sendo expressa como o aumento do volume dos pulmões para cada unidade de aumento da pressão intra-alveolar.<sup>(1)</sup> Sua medida é uma forma precisa de avaliação das alterações pulmonares.<sup>(2)</sup>

A complacência pode ser dinâmica (Cdm) ou estática (Cst).

A dinâmica é a pressão necessária para mover o ar pelas vias aéreas, aumentando de forma direta com a resistência das vias aéreas e podendo ser usada como teste sensitivo de doença obstrutiva pulmonar.

A estática é a variação de volume pulmonar por mudança na pressão estática aplicada e traduz a função do parênquima pulmonar. Inclui a participação do componente pulmonar e da parede torácica. É medida em situações estáticas, com pacientes intubados e completamente relaxados (sedados e curarizados), nos quais mede-se o volume corrente inspirado e se

aplica pausa inspiratória para medir a pressão de platô. Devem ser usados padrões de fluxo constante e volumes adequados.<sup>(3)</sup> Mudanças na  $C_p$  ocorrem com a idade. Quanto menor a estatura do indivíduo, menor será a variação no volume. Portanto, a relação entre a variação de volume e de pressão ( $\Delta V / \Delta P$ ) é mais próxima de 6 ml/cmH<sub>2</sub>O. Nos recém-nascidos varia de 4,75 a 6,24, em crianças de 1 mês a 10 anos de 7,9 a 77 e em adultos de 125 a 190 ml/cmH<sub>2</sub>O.<sup>(4)</sup>

A  $R_{VA}$  é a diferença de pressão necessária para produzir variação unitária de fluxo, gerando oposição ao fluxo de gases devido às forças de fricção na parte interna do sistema respiratório.<sup>(3,5)</sup>

A  $R_{VA}$ , assim como, a complacência encontra-se alterada nas doenças que cursam com hiperfluxo pulmonar, situação comum em algumas cardiopatias congênitas.

## 1.2. Hiperfluxo Pulmonar

Doenças que produzem fluxo anormal de sangue nos pulmões podem levar às mudanças na mecânica pulmonar, aumentando o trabalho respiratório, o consumo de oxigênio e agravando a deficiência cardíaca. A resistência vascular aumentada age como mecanismo protetor contra possível aumento do volume de sangue para os pulmões.

Quando ocorre grande *shunt* das cavidades esquerdas para as direitas, os principais problemas respiratórios podem se desenvolver em associação com a

combinação do fluxo sanguíneo pulmonar aumentado, ocasionando hipertensão pulmonar.<sup>(6)</sup>

O fluxo aumentado para os pulmões pode cursar clinicamente sem a ocorrência de qualquer tipo de sintoma, como também, até sintomas congestivos pulmonares e conseqüentes infecções do trato respiratório repetidamente. O desvio constante de parte do volume das cavidades esquerdas de maior pressão, para as direitas por meio de comunicações, gera o aparecimento de uma seqüência de eventos que se inicia por mecanismo de acomodação volumétrica, sendo geralmente caracterizado por aumento progressivo das cavidades direitas envolvidas.

A maturação pulmonar mediante aumento de fluxo pulmonar, no caso de defeitos cardíacos congênitos com hiperfluxo pulmonar, leva ao espessamento da cobertura muscular das artérias pré-acinares, interferindo também no seu aumento de tamanho. Ambos os fatores podem colaborar na redução do diâmetro do lúmen. Características como: extensão anormal da porção muscular, aumento da espessura e diminuição na concentração do número de artérias pode ocorrer difusamente no pulmão. Dessa forma, alterações na Cp são esperadas.<sup>(7)</sup>

O aumento do fluxo sem alteração na pressão parece não interferir na Cp, porém o aumento na pressão da artéria pulmonar é o principal fator responsável pelas mudanças observadas nas propriedades mecânicas do pulmão. Pode ainda, resultar em aumento na tensão de todas as paredes do sistema vascular pulmonar, além de doença vascular pulmonar.<sup>(8)</sup>

Mudanças na microcirculação progridem de hipertrofia muscular a proliferação da camada íntima das artérias e eventualmente à obstrução vascular por fibrose e obliteração. A danificação das células endoteliais pode resultar em má perfusão pulmonar devido ao aumento da velocidade linear do fluxo sangüíneo. Como consequência, o paciente cujo *shunt* da esquerda para direita inclui componente vascular pulmonar de doença obstrutiva pode ter considerável redução na capacidade de manter equilíbrio do fluido fisiológico através da membrana alvéolo-capilar, podendo levar a edema intersticial e até alveolar.

O aumento da resistência vascular pulmonar pode levar a diminuição simultânea do *shunt* da esquerda para direita com melhora gradual dos sintomas respiratórios. Assim, as complicações respiratórias da doença cardíaca com grande *shunt* da esquerda para direita podem dominar o quadro clínico na infância. Esta condição inclui os problemas de obstrução das vias aéreas, troca gasosa e mecânica pulmonar alterada com diminuição da  $C_p$ .<sup>(6)</sup>

O grau de hiperfluxo pulmonar pode ser avaliado de forma não invasiva pelo cálculo da relação entre o fluxo pulmonar e o fluxo sistêmico ( $Q_p/Q_s$ ). É estimado com o auxílio da ecocardiografia bi-dimensional com Doppler, utilizando a equação do fluxo volumétrico. É possível também a caracterização e avaliação da gravidade de shunts.<sup>(9-11)</sup> O ecocardiograma é instrumento diagnóstico indispensável para avaliação cardiológica de modo abrangente e objetivo no paciente com doença cardíaca estabelecida ou suspeita.<sup>(12)</sup>

### 1.3. Cardiopatias Congênitas

As cardiopatias congênitas podem ser classificadas de acordo com sua fisiopatologia em acianogênicas ou cianogênicas.

As acianogênicas com *shunt* esquerda-direita são comunicação interventricular (CIV – 20%), comunicação interatrial (CIA – 10%), persistência do ducto arterial (PDA – 10%), defeito do canal atrioventricular (DCAV – 2% a 5%) e a janela aortopulmonar (rara), as quais foram o foco do nosso estudo. As que causam lesões obstrutivas do lado esquerdo são a coarctação da aorta (CoAo – 10%), estenose aórtica (10%), interrupção do arco aórtico (1%), estenose mitral (rara).<sup>(13)</sup>

As cianogênicas com *shunt* direita-esquerda são tetralogia de Fallot (T4F – 10%), estenose pulmonar (10%), atresia pulmonar com ou sem comunicação interventricular (5%), atresia tricúspide (3%), doença de Ebstein (0,5%). Os defeitos mistos complexos são a transposição das grandes artérias (TGA – 5% a 8 %), conexão anômala total das veias pulmonares (CATVP – 2%), *truncus arteriosus* (3%), síndrome da hipoplasia do coração esquerdo (SHCE – 2%).<sup>(13)</sup>

As cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar, envolvidas no estudo foram a CIV, CIA e DCAV.

A CIV é a deficiência do septo interventricular que permite a passagem do sangue entre os ventrículos (Fig.1). É a cardiopatia congênita mais comum na infância quando se exclui a valva aórtica bivalvular, podendo ainda estar associada com grande freqüência a outros defeitos cardíacos.<sup>(14)</sup>

Pode ser classificada de acordo com a localização do defeito no septo interventricular em: perimembranosa, muscular, duplamente relacionada, septal de via de entrada e de mau alinhamento.<sup>(15)</sup>

A repercussão clínica depende do tamanho do defeito, da relação entre a resistência vascular sistêmica e pulmonar e da presença de lesões associadas. Pode causar pequena, moderada ou acentuada repercussão hemodinâmica.<sup>(14)</sup>

O fluxo sanguíneo pulmonar aumentado e a falência congestiva cardíaca podem resultar em edema alveolar intersticial levando à diminuição da Cp.<sup>(16)</sup>

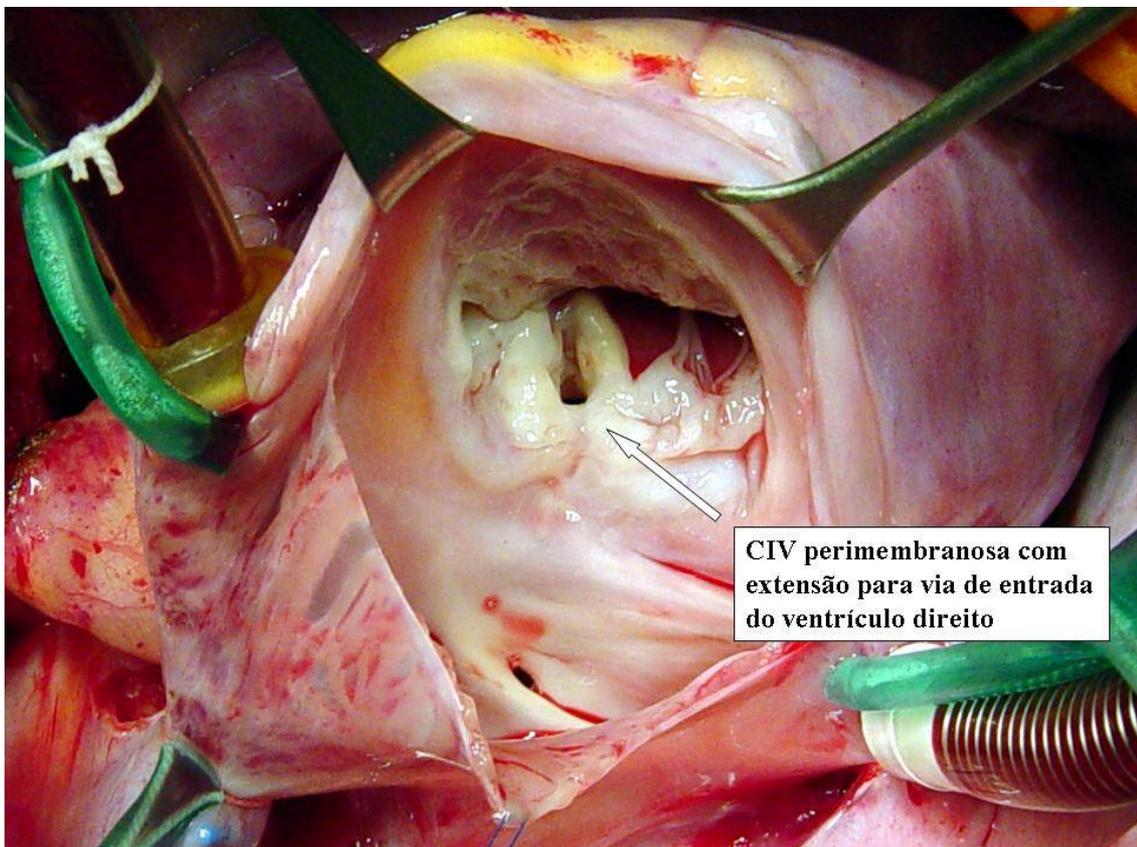


Figura 1. Comunicação interventricular (CIV) tipo perimembranosa com extensão para via de entrada do ventrículo direito.

A CIA é a deficiência do septo interatrial que permite a passagem do sangue entre os átrios. Está, a primeira vista, entre as más-formações cardíacas mais facilmente tratadas (Fig. 2).

Um orifício no septo atrial é parte integrante da circulação fetal, necessário para permitir que o sangue, ricamente oxigenado vindo da veia cava inferior, alcance o lado esquerdo do coração e, portanto, o encéfalo em desenvolvimento.<sup>(17)</sup> A maioria das comunicações interatriais representa persistência dessa situação e são considerados defeitos reais do septo atrial apenas: defeitos na fossa oval, defeitos do tipo “seio venoso” e defeito tipo seio coronário. Podemos citar ainda outras comunicações interatriais como os defeitos tipo “ostium primum” e “ostium secundum”.<sup>(18)</sup> O desvio do sangue através da CIA é determinado pelas complacências relativas dos dois ventrículos e não pelo tamanho do defeito, a menos que este seja muito pequeno.<sup>(17)</sup>

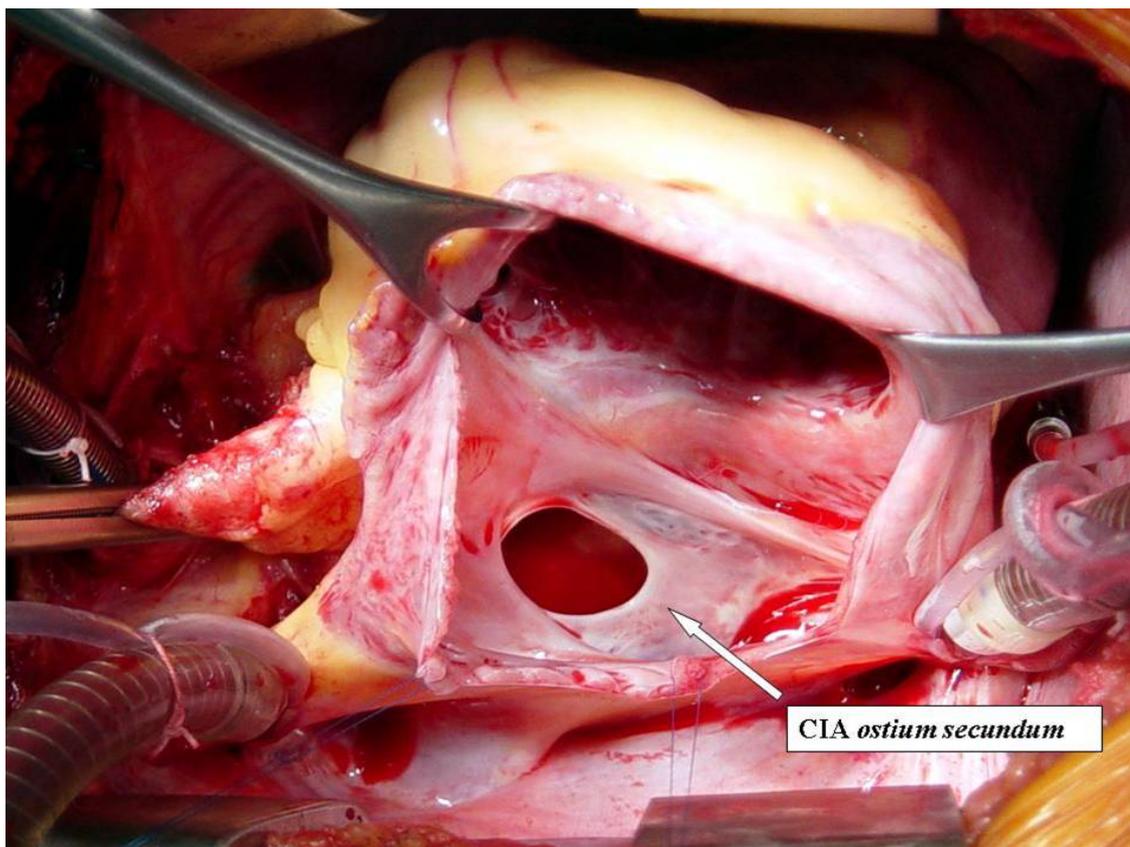


Figura 2. Comunicação interatrial (CIA) tipo *ostium secundum*.

O DCAV, também denominado defeito do septo atrioventricular ou *atrioventricularis communis* é a completa ausência das estruturas septais atrioventriculares normais apresentando junção atrioventricular comum.<sup>(18)</sup>

Apresenta-se na forma parcial (DCAVP) ou total (DCAVT). Na forma parcial, a fusão incompleta dos coxins endocárdicos superior e inferior, resulta em fenda na porção média do folheto anterior à esquerda, freqüentemente associado à regurgitação da valva esquerda. Na forma total ou completa, a falta de fusão entre o coxin superior e inferior, resulta na divisão do folheto esquerdo anterior em componentes separados, diferenciando, então, os dois tipos de defeitos pela presença da CIV, a qual é obrigatória no DCAVT (Fig. 3).

A extensão e a gravidade das lesões variam amplamente, o que contribui para a grande variabilidade de manifestações, evoluções clínicas e opções de tratamento.<sup>(14)</sup>

Os defeitos cardíacos ocorrem em 40% das crianças afetadas pela Síndrome de Down. Dentre os mais freqüentes, estão o DCAV (33%), a CIV (33%) e a CIA (10%). As portadoras de defeitos cardíacos têm diminuído sua sobrevivência para a idade de vinte anos de 81,9% para 53,1%. A correção cirúrgica das cardiopatias graves nesses pacientes é fator importante para a maior sobrevida e melhor qualidade de vida.<sup>(19)</sup>

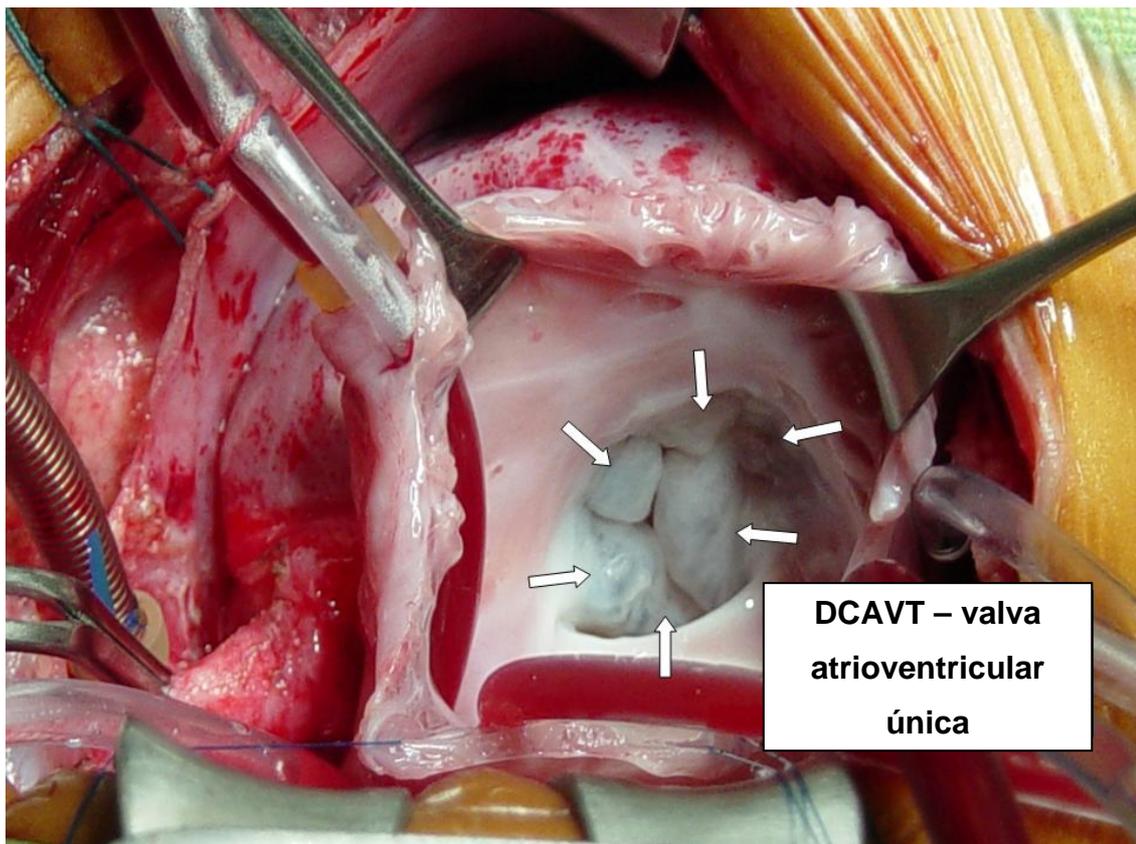


Figura 3. Defeito do canal atrioventricular forma total (DCAVT) onde se visibiliza a valva atrioventricular única.

#### **1.4. Tratamento Cirúrgico**

De forma geral, após o diagnóstico da cardiopatia, deve-se pensar na correção do defeito em momento adequado para cada paciente em particular, na dependência do grau de repercussão clínica e da magnitude do defeito.

A via de acesso geralmente utilizada para a maioria das cardiopatias é a toracotomia transesternal mediana (esternotomia mediana), onde o esterno é dividido através da linha média, alterando a anatomia torácica durante o procedimento e podendo interferir no comportamento pulmonar.

A CIV deve ser tratada cirurgicamente após os três meses de vida, não devendo ultrapassar o primeiro ano quando apresenta defeito grande e com repercussão hemodinâmica, pois há risco de lesão pulmonar decorrente do hiperfluxo. Quando a CIV é pequena e não se fecha espontaneamente até os 10 anos de idade, deve-se indicar sua correção cirúrgica pelo risco de endocardite.<sup>(20)</sup> Após o início da circulação extracorpórea, o átrio direito é aberto e, em seguida é feita a retração dos folhetos septal e anterior da valva tricúspide e a adequada exposição do septo ventricular é conseguida. A inteira circunferência do defeito deve ficar bem visível. O fechamento deve ser feito na maioria das vezes com o uso de remendo de pericárdio bovino ou autólogo.<sup>(21)</sup>

A CIA geralmente tem seu tratamento cirúrgico programado de preferência na idade pré-escolar, abaixo dos quatro anos, pois como a diferença de pressão entre os átrios é pequena, a sintomatologia e a repercussão hemodinâmica é menor. A antecipação do tratamento cirúrgico acontece apenas se for observada repercussão clínica, eletrocardiográfica ou

radiológica.<sup>(20)</sup> Após a abertura do átrio direito, o defeito fica completamente visibilizado. Seu tratamento cirúrgico pode ser feito por meio de sutura contínua ou plastia com remendo de pericárdio bovino ou autólogo.<sup>(20,22)</sup>

No DCAV em sua forma parcial, a criança apresenta comportamento clínico semelhante ao da CIA de discreta repercussão, podendo-se programar o tratamento cirúrgico de forma semelhante à CIA. No DCAV na forma total existe grande hiperfluxo e o tratamento cirúrgico, de forma geral, deve ser realizado até seis meses de vida. A CIV e a CIA serão corrigidas após definir e separar a valva atrioventricular em duas valvas direita e esquerda.<sup>(20)</sup>

O tratamento cirúrgico definitivo das três cardiopatias supracitadas obrigatoriamente necessita do auxílio de circulação extracorpórea (CEC) para permitir manipulação cardíaca.

A CEC propicia desvio do sangue com função de substituir temporariamente algumas funções do coração e pulmões, os quais ficam praticamente excluídos do restante do organismo.<sup>(23)</sup> (Fig.4)



Figura 4. Aspecto geral da circulação extracorpórea no período intra-operatório na sala de operação.

O sangue venoso é drenado pela ação da gravidade para dentro do oxigenador, por duas cânulas de drenagem venosa inseridas nas veias cava superior e inferior e de uma cânula arterial posicionada na porção mais distal da aorta ascendente, próxima à emergência do tronco braquiocefálico.

No preparo para a CEC, atualmente, são utilizados oxigenadores de membrana, com volume de perfusatos reduzidos. O perfusato para preenchimento do circuito deve ser preparado com sangue total fresco ou concentrado de hemáceas ou preferencialmente cristalóides quando a concentração de hemoglobina do paciente permite. Outras drogas podem fazer

parte do perfusato como corticóides, antibióticos e solução de manitol. A hipotermia é também um recurso utilizado na condução da circulação extracorpórea para diminuir o metabolismo corpóreo, principalmente em crianças.<sup>(20,23)</sup>

Desde seu advento em 1953 contribuiu para a evolução das técnicas cirúrgicas e permitiu a realização de cirurgias cardíacas mais complexas.<sup>(21)</sup>

A proteção miocárdica é feita com infusão de solução cardioplégica sanguínea hipotérmica na raiz da aorta e repetida a cada 15 a 30 minutos. A solução de preferência é aquela preparada a partir do perfusato, acrescida de potássio ( $K^+$ ) e resfriada em trocador de calor separado até cerca de 4°C.<sup>(20)</sup>

Quando se institui o auxílio da CEC, os pulmões não são ventilados e permanecem completamente colapsados praticamente cessando o fluxo de sangue por eles. O edema pulmonar pode ocorrer após a cirurgia com CEC com diminuição da Cp. A extensão do edema pode depender de como os pulmões são monitorados durante a cirurgia.<sup>(24)</sup>

Os mediadores químicos também produzidos durante a CEC causam, entre outros, aumento da permeabilidade vascular e alteração da resistência vascular em vários órgãos, principalmente no pulmão, ocasionando alterações no comportamento da função pulmonar no pós-operatório. Essas alterações estão relacionadas à reação inflamatória que leva a estreitamento da via aérea e espessamento da mucosa.<sup>(25)</sup>

### **1.5. Objetivo**

Avaliar o comportamento da complacência pulmonar e resistência da via aérea nos pacientes portadores de cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar submetidos a tratamento cirúrgico com auxílio de circulação extracorpórea.

## **2. CASUÍSTICA E MÉTODO**

---

## **2. CASUÍSTICA E MÉTODO**

O estudo foi realizado no Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São Paulo.

No período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005 foram observados prospectivamente 35 pacientes portadores de cardiopatia congênita com hiperfluxo pulmonar, submetidos à correção cirúrgica com auxílio de CEC.

Foram analisadas variáveis pré-operatórias, intra-operatórias e pós-operatórias.

Treze (37,1%) eram do sexo masculino e 22 (62,9%) feminino. A idade variou de 4 a 115 meses, com média de  $59,23 \pm 43,01$  meses e mediana de 63 meses. O peso variou de 3,9kg a 36,2kg, com média de  $17,45 \pm 10,38$ kg e mediana de 17kg. O Qp/Qs variou de 1 a 7 com média de  $2,92 \pm 1,29$ .

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São Paulo, pelo parecer 012/2004 em 16 de fevereiro de 2004 (Apêndice 1).

Quanto aos responsáveis pelos pacientes, foi apresentado termo de esclarecimento do objetivo e finalidade da pesquisa, de forma que estes estivessem seguros em permitir a coleta de dados contribuindo com a pesquisa. O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado por ambas as partes assegurando ao responsável a não alteração do tratamento proposto em função da pesquisa e sigilo em relação aos dados de identificação (Apêndice 2).

## **2.1. Critérios de Inclusão e Exclusão**

Foram incluídos pacientes com diagnóstico de cardiopatia congênita com hiperfluxo pulmonar, portadores de CIV, CIA e DCAVP e DCAVT.

Idade inferior a 10 anos e necessariamente sob a utilização do auxílio da CEC.

O ecocardiograma até 30 dias previamente à operação, com confirmação do diagnóstico e cálculo do Qp/Qs foi necessário.

Sistematicamente excluídos, foram os portadores de outras cardiopatias congênitas ou adquiridas, doenças pulmonares prévias, síndromes genéticas, operações cardiovasculares ou pulmonares prévias e reações alérgicas na indução anestésica.

## **2.2. Técnica Anestésica e Ventilatória**

A técnica foi semelhante para todos os pacientes empregando-se a técnica de anestesia geral combinada e balanceada associada à raquianestesia.

A medicação pré-anestésica endovenosa com midazolan 0,1 mg/kg, seguida de indução inalatória com máscara facial de sevoflurano a 5% e O<sub>2</sub> a 95%. Após perda de consciência foi administrado propofol 3 mg/kg e atracúrio 0,5 mg/kg em bolus. A ventilação manual com máscara seguida de intubação traqueal com tubo de diâmetro adequado instalando-se a seguir ventilação mecânica (VM) controlada com volume corrente de 10ml/kg, frequência

respiratória adequada para idade, mantendo uma relação de tempo inspiratório e tempo expiratório de 1/1 e fração inspirada de oxigênio ( $fiO_2$ ) de acordo com a necessidade e PEEP de zero.

Na raquianestesia foi utilizado a bupivacaína isobárica 0,5 mg/kg e sufentanila 1mcg/kg. Logo após, iniciada manutenção anestésica com propofol 50 mcg/kg/min, atracúrio 6mcg/kg/min e isoflurano com concentração variável, segundo a necessidade do paciente.

### 2.3. Coleta de Dados

Utilizando-se de impresso idealizado especialmente para esse fim (Apêndice 3), foram coletados dados em três períodos diferentes: pré-operatório, intra-operatório e pós-operatório.

No pré-operatório foram obtidos as variáveis idades, sexo, peso, e dados do ecocardiograma recente como diagnóstico e valor do Qp/Qs. O valor do Qp/Qs foi estimado com o auxílio da ecocardiografia bidimensional com *Doppler*, utilizando a equação do fluxo volumétrico como demonstra a Figura 5.

$$QP = 0,785 \times D^2_{VSVD} \times ITV_{VSVD}$$

$$QS = 0,785 \times D^2_{VSVE} \times ITV_{VSVE}$$

ITV: integral tempo-velocidade (cm); D: diâmetro; QP: fluxo pulmonar; QS: fluxo sistêmico;  $D_{VSVD}$ : diâmetro da via de saída do ventrículo direito;  $D_{VSVE}$ : diâmetro da via de saída do ventrículo esquerdo.<sup>(9-11)</sup>

Figura 5. Fórmula para cálculo entre a relação do fluxo pulmonar e sistêmico (Qp/Qs).

No intra-operatório foram obtidas as variáveis tempo de perfusão, tempo de isquemia miocárdica, temperatura mínima e, também verificados os dados ventilatórios necessários para o cálculo da  $C_p$  e  $R_{VA}$ . O aparelho de VM utilizado foi o DATEX OHMEDA AESTIVA 3.000<sup>®</sup>. Os parâmetros foram ajustados para ventilação controlada a volume e com volume corrente de 10ml/kgm, fluxo de onda quadrada e frequência respiratória de acordo com a idade.

Foi utilizado o método de oclusão da via aérea ao final da inspiração com o uso da pausa inspiratória e fluxo constante igual a zero, na qual a pressão traqueal diminui até atingir um platô.

Os dados ventilatórios de pressão inspiratória máxima, pressão de platô, volume corrente, fração inspirada de oxigênio e PEEP foram obtidos no painel do ventilador. Para a verificação da pressão de platô foi necessário o ajuste do ventilador. Com o aparelho programado para o modo volume foi feita configuração pelo menu principal para ajuste da pausa inspiratória. Com o objetivo de manter a relação de tempo inspiratório com tempo expiratório de 1:3 foi ajustado pausa inspiratória de 25% do tempo inspiratório. Dessa forma, quando retornamos à tela inicial, a pressão de platô aparece no monitor logo abaixo da pressão máxima a cada ciclo respiratório.

As alterações pulmonares decorrentes do hiperfluxo pulmonar e do uso da CEC ocorrem principalmente no parênquima pulmonar, daí a necessidade que em se obter uma medida da função pulmonar que fosse capaz de mostrar alterações específicas do parênquima pulmonar como faz muito bem a medida da  $C_{st}$ .

Os dados ventilatórios foram observados e medidos em quatro instantes diferentes e bem definidos conforme demonstra a Figura 6.

A primeira medida com a criança sedada, curarizada, intubada e sob VM, após o posicionamento dos campos estéreis. A Segunda, após a esternotomia, pericardiotomia e colocação dos afastadores. A terceira com cinco minutos depois da saída de CEC com os afastadores ainda posicionados. A Quarta, após o fechamento completo do tórax.

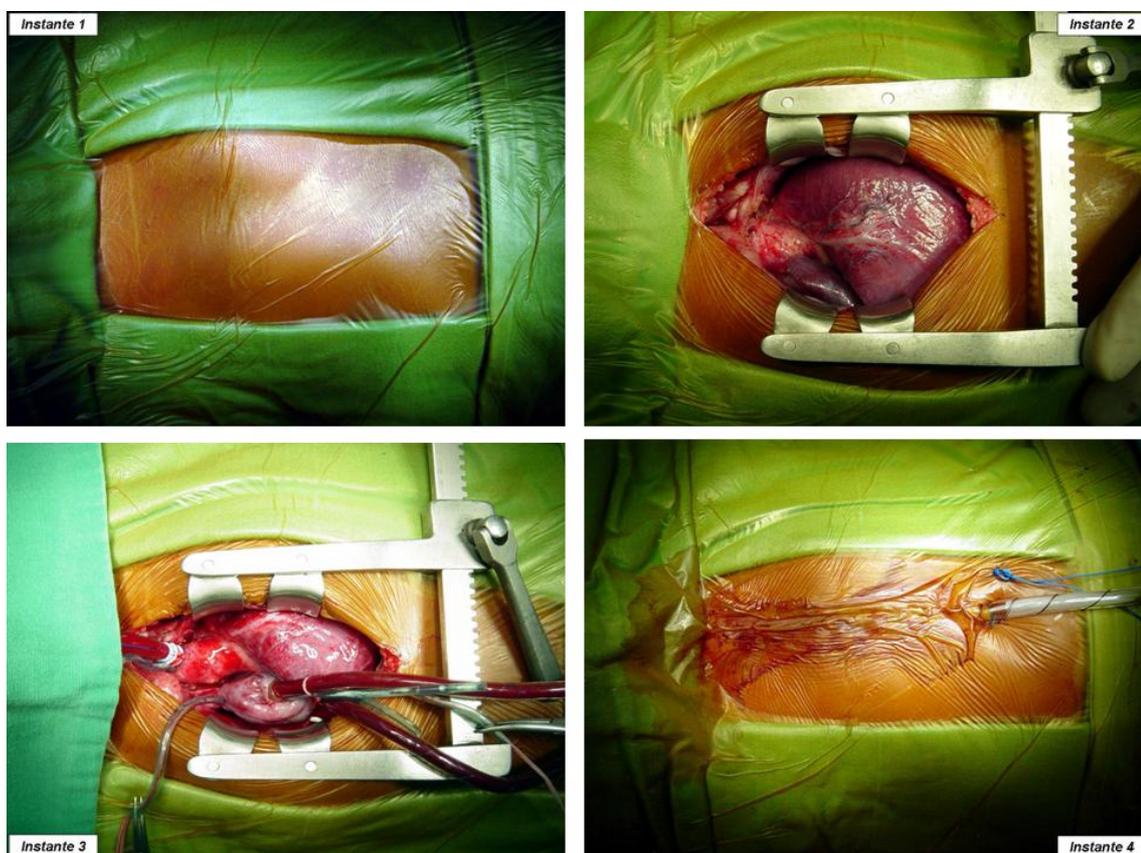


Figura 6. Aspecto do campo cirúrgico nos quatro instantes da coleta de dados.

Todos os pacientes foram submetidos à CEC com oxigenador de membrana (Braile Biomédica<sup>®</sup>, Brasil) e bomba de rolete. Ao final da intervenção cirúrgica os pacientes foram transferidos sob ventilação manual

para a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e posteriormente instalada a VM. Alguns pacientes foram extubados no centro cirúrgico, na dependência da gravidade da doença, características da CEC empregada e avaliação do anestesista.

As variáveis do pós-operatório observadas na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) foram tempo de VM e tempo de permanência na UTI.

#### 2.4. Cálculo da $C_p$ e $R_{VA}$

Foi considerado o valor da  $C_{st}$ . Para tal, obteve-se o resultado da relação entre o volume expiratório final e a pressão de platô, a última, subtraída do valor de pressão positiva expiratória final (PEEP),<sup>(3,5)</sup> como demonstra a Figura 7.

$$C_{st} = V_t / P_{plat} - PEEP$$

$C_{st}$ : complacência estática;  $V_t$ : volume corrente;  $P_{plat}$ : pressão de platô; PEEP: pressão expiratória final positiva total.<sup>(3)</sup>

Figura 7. Equação da complacência pulmonar estática.

A pressão de platô inspiratória representa a pressão de recolhimento elástico do sistema respiratório a determinado volume. A PEEP é a pressão expiratória final positiva e seu valor é expresso pela relação litros por centímetros de água (l/cmH<sub>2</sub>O).

A  $R_{VA}$  foi calculada dividindo-se a diferença entre o pico de pressão inspiratória e pressão de platô pelo fluxo inspiratório sendo expressa em centímetros de água (cm/H<sub>2</sub>O),<sup>(3,5)</sup> como na Figura 8.

$$R_{VA} = \Delta P / \text{fluxo}$$

$R_{VA}$ : resistência da via aérea;  $\Delta P$ : variação de pressão.<sup>(3)</sup>

Figura 8. Equação para cálculo da resistência.

## 2.5. Análise Estatística de Dados

Os valores da Cst e de  $R_{VA}$  foram transformados em índice de complacência (IC) e índice de resistência (IR). Os índices foram encontrados dividindo-se os valores de complacência e resistência pela superfície corpórea. Dessa forma podemos comparar indivíduos diferentes.

Os índices foram relacionados com variáveis do pré-operatório como idade, peso e Qp/Qs. Variáveis do intra-operatório como tempo de perfusão, tempo de isquemia miocárdica e temperatura mínima e variáveis do pós-operatório como tempo de VM e tempo de permanência na UTI.

Algumas variáveis foram criadas para facilitar a compreensão da análise estatística. Uma delas é a variável categórica “Instante”. Ela identifica o momento em que foram aferidos os IC e IR.

A idade foi definida como variável “Idade\_30” que identifica duas faixas etárias: até 30 meses e acima de 30 meses. A variável “Peso\_10” é uma

variável categórica relacionada a faixas de peso dos pacientes estudados, as quais correspondem a pacientes com peso de até 10kg e acima de 10kg. O mesmo foi feito com o tempo de perfusão, em que foi criada a variável categórica correspondente "Tperf\_50", subdividindo os valores de tempo de perfusão em duas categorias: até 50 minutos e acima de 50 minutos.

Para as variáveis contínuas foi utilizados os seguintes métodos: estatísticas descritivas das variáveis quantitativas, teste de comparações de médias com dois fatores (Two-way ANOVA), teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação de amostras independentes, teste não paramétrico de comparação de amostras dependentes – teste de Friedman, estimativas de intervalo de confiança de 95%, considerando-se significativo  $p < 0,005$ , gráficos de dispersão e gráficos box-plot.<sup>(26,27)</sup>

Para análise estatística foram utilizados os programas MINITAB, inc Minitab Statistical Software™, Release 13,0. Copyright©2000, e STATSOFT, inc. Estatística for Windows, Release 5.1 Copyright©Statsoft Inc, 1984 – 1996.

### **3. RESULTADOS**

---

### 3. RESULTADOS

Os resultados a seguir são apresentados em duas partes, de tal modo que na primeira estão expostos cálculos e observações relativas ao IC pulmonar e sua relação com as variáveis do pré-operatório, intra-operatório e pós-operatório. Na segunda, estão descritos resultados relativos ao IR da via aérea e sua relação com as variáveis operatórias.

A Tabela 1 caracteriza a amostra no período pré-operatório. As Tabelas 2 e 3 são correspondentes às variáveis medidas nos períodos intra-operatório e pós-operatório. Sugerem que algumas variáveis apresentam variação elevada, com valores extremos altos ou muito baixos que acentuam essa variação e provocam diferenças entre os valores de média e mediana, o que pode ser observado quanto a idade, tempo de perfusão e tempo de VM.

Na Tabela 1, em média, os valores de  $Q_p/Q_s$  foram de aproximadamente 2,92 sendo que a amplitude de variação foi de 1 a 7. Cabe ressaltar que 75% dos pacientes apresentaram  $Q_p/Q_s$  de no máximo 3,8. Um paciente com  $Q_p/Q_s$  igual a 7, o qual se caracterizou como valor fora do padrão da amostra.

Quanto ao tempo de VM, a mediana foi de 1,7 horas e 75% dos pacientes atingiram até 5 horas. Porém um dos pacientes ficou por 93 horas em VM, acarretando valores de média e desvio padrão (DP), discretamente elevados.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis do pré-operatório.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mediana</b>	<b>Extremos</b>	<b>Quartis (25% – 75%)</b>
Idade (meses)	35	59,23	43,01	63,3	4,2 – 115,6	9,0 – 103,2
Peso (kg)	35	17,45	10,38	17,0	3,9 – 36,2	6,7 – 26,7
QP/QS	35	2,92	1,29	2,8	1,0 – 7,0	2,0 – 3,8

DP: desvio padrão; N: número de pacientes; Qp/Qs: relação do fluxo pulmonar com o fluxo sistêmico.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis do intra-operatório.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mediana</b>	<b>Extremos</b>	<b>Quartis (25% – 75%)</b>
Tempo de perfusão	35	52,63	27,98	44,0	19 – 144	31 – 66
Tempo de anóxia	35	37,31	24,21	33,0	11 – 121	17 – 51
Temperatura mínima	35	30,77	3,03	31,0	26 – 36	28 – 32

DP: desvio padrão; N: número de pacientes.

Tabela 3. Estatísticas descritivas das variáveis do pós-operatório.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mediana</b>	<b>Extremos</b>	<b>Quartis (25% – 75%)</b>
Tempo de VM	35	6,32	16,42	1,7	0 – 93	0 – 5
Tempo de UTI	35	3,8	1,76	3,0	1 – 11	3 – 5

DP: desvio padrão; N: número de pacientes; VM: ventilação mecânica; UTI: unidade de terapia intensiva.

### 3.1. Índice de Complacência Pulmonar

A Tabela 4 demonstra cálculos associados ao IC nos quatro instantes de medida, e mostra que houve pequena alteração nos valores médios do IC ao passar de um instante para outro durante o período intra-operatório. Os valores de IC são menos dispersos no instante um e atingem a maior variação no instante quatro, tendo seu valor médio mais baixo no instante dois. Aplicando teste de comparação de médias com dois fatores (*Two-way ANOVA*) verifica-se que as diferenças encontradas foram significativas ( $p < 0,001$ ). A Figura 9 ilustra os resultados obtidos para os intervalos de confiança de 95% para o valor médio de IC em cada instante. A Figura 2 também ilustra este resultado e indica que a tendência observada pela média também se reflete nos valores medianos do IC.

Tabela 4. Estatísticas descritivas para índice de complacência por instante do período intra-operatório.

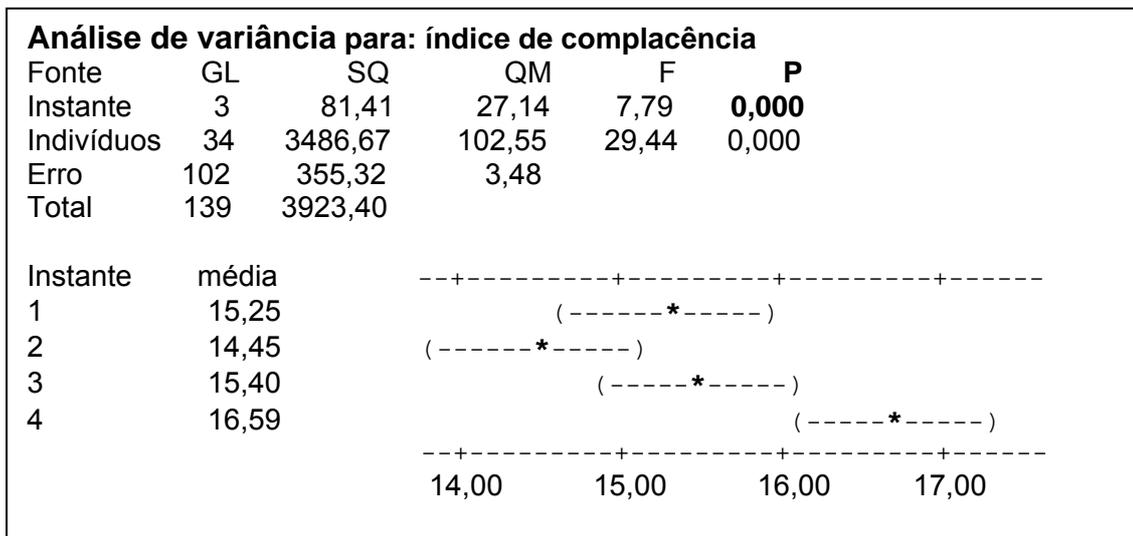
IC	N	Média	DP	Mediana	Extremos	Quartis (25% – 75%)	Comparações múltiplas*
Instante 1	35	15,25	4,7	16,8	8,4 – 23,7	10,4 – 18,5	A
Instante 2	35	14,45	5,11	15,1	7,9 – 25,8	9,4 – 18,9	A
Instante 3	35	15,40	5,52	16,5	7,0 – 24,2	10,2 – 20,3	A
Instante 4	35	16,59	5,86	16,9	6,6 – 29,8	10,3 – 20,4	B

Valor P <0,001

IC: índice de complacência; DP: desvio padrão; N: número de pacientes; \* letras distintas indicam instantes cujas médias de IC's foram estatisticamente diferentes.

Os resultados apontados na Tabela 4 revelam que durante a intervenção cirúrgica o IC não se mantém e que a média de IC no instante quatro difere claramente e estatisticamente da média nos outros instantes.

O teste de Friedman foi aplicado para os dados de IC nas mesmas condições em que se efetuou a análise de variância. O resultado do teste apontou a mesma conclusão, ou seja, também indica rejeição da hipótese de que os valores de IC se mantêm ao longo do período intra-operatório ( $p < 0,001$ ).



GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; F: estatística F; P: Valor P, referente a nível de significância.

Figura 9. Saída do Minitab da análise de variância com dois fatores (*Two-way ANOVA*) aplicada aos dados de índice de complacência (IC).

A Figura 10 mostra em intervalo menor de maneira mais clara, os dados da Tabela 4 e da Figura 9 com a variação do IC nos quatro instantes medidos. Houve pequena queda do valor de IC ao passar do instante um para o instante dois e só após o instante três é que observamos aumento do IC que também ocorre no instante quatro.

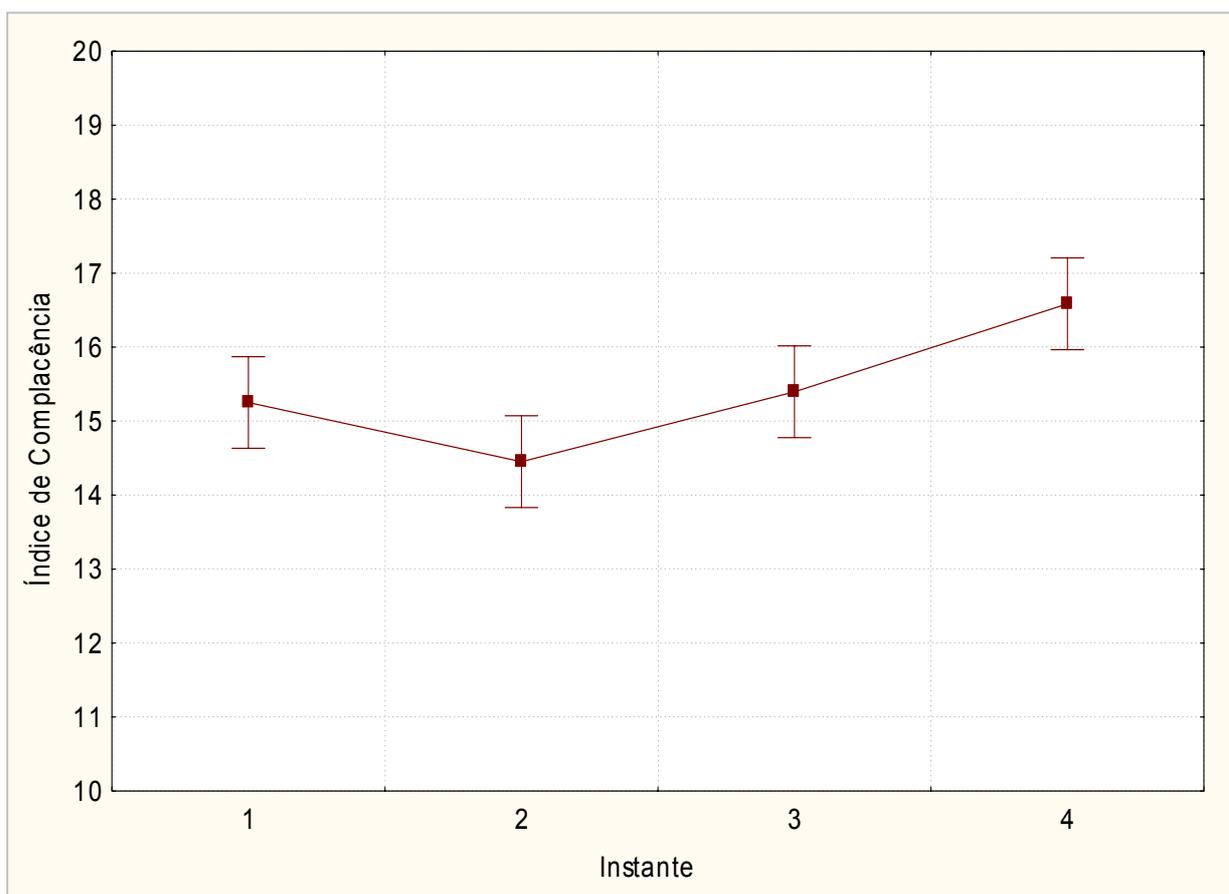


Figura 10. Variação do índice de complacência nos quatro instantes.

### **3.1.1. Relação do Índice de Complacência com Variáveis do Período Pré, Intra e Pós-operatório.**

A análise da relação do IC com os demais fatores envolvidos nos três períodos revelou que nem todas as variáveis consideradas apresentaram relação direta com os valores de IC. As variáveis quantitativas exploradas na análise univariada dessa relação foram: idade, peso, Qp/Qs, tempo de perfusão, tempo de anóxia, temperatura mínima, tempo de VM e tempo de permanência na UTI.

As variáveis que se mostraram mais fortemente associadas com os valores de IC nos diferentes instantes foram: idade, peso e tempo de perfusão. As demais variáveis não apresentaram qualquer padrão de relacionamento.

Os gráficos de dispersão apresentados na Figura 11 mostram que os pacientes com idade de até 30 meses possuem valor de IC, nos quatro instantes, mais concentrados e baixos. Quando a idade se eleva acima dos 30 meses a dispersão dos valores de IC aumenta. O teste de Mann-Whitney foi aplicado com a finalidade de comparar duas amostras estratificadas por idade. A Tabela 5 traz os resultados obtidos para o referido teste nas comparações que envolveram os quatro instantes de medida de IC.

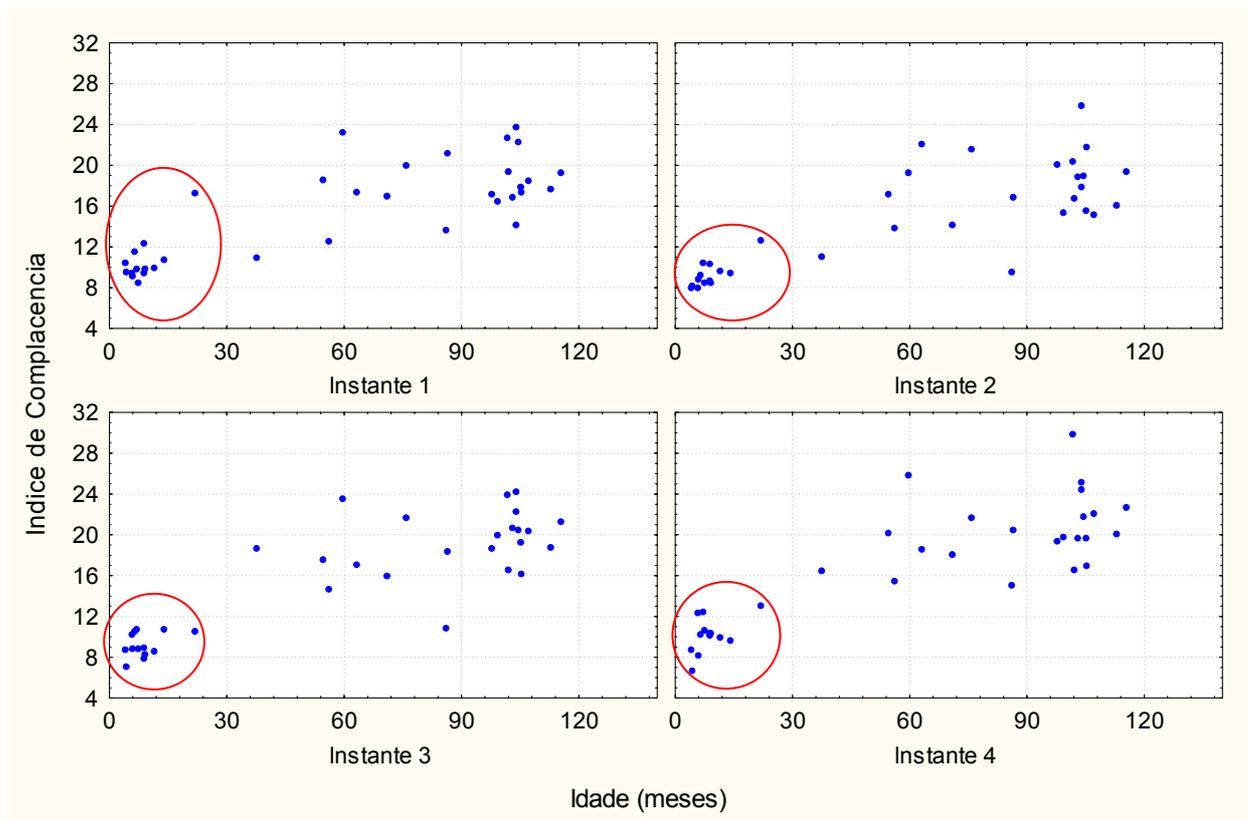


Figura 11. Diagrama de dispersão de índice de complacência de acordo com a idade para cada instante.

Tabela 5. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IC	Idade ≤ 30 meses		Idade >30 meses		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	13	9,8	22	17,7	<0,001
Instante 2	13	8,8	22	17,45	<0,001
Instante 3	13	8,8	22	18,95	<0,001
Instante 4	13	10,2	22	19,85	<0,001
Valor P		0,0165		0,0004	

IC: índice de complacência; N: número de pacientes.

Como pode ser verificado na Tabela 5, há diferença acentuada nos valores medianos de IC, em cada instante, quando são comparados os pacientes com até 30 meses com aqueles cuja idade é superior a 30 meses. Em todos os instantes as diferenças encontradas foram significativas ( $p < 0,001$ ). A comparação intra-amostras, isto é, entre os instantes, também revelou diferença estatisticamente significativa para os dois subgrupos etários ( $p = 0,0165$  e  $p = 0,0004$ ).

No sub-grupo de pacientes com idade menor ou igual a 30 meses, o aumento percentual do IC é de apenas 4,1% ( $p = 0,0165$ ), enquanto que no subgrupo de pacientes maiores de 30 meses este aumento é de 12,1% ( $p = 0,0004$ ).

Os resultados relativos ao peso dos pacientes sugerem que os pacientes com peso de até 10kg apresentam valores de IC inferiores aos dos pacientes com peso acima dos 10kg, conforme ilustra a Figura 12. Os valores do IC apontados nos gráficos *Box-plot* estão concentrados num intervalo de variação compreendido entre 6,6 e 12,4 para os pacientes com peso de até 10kg. Já para aqueles com peso superior a 10kg os valores de IC variam de 9,5 a 29,8.

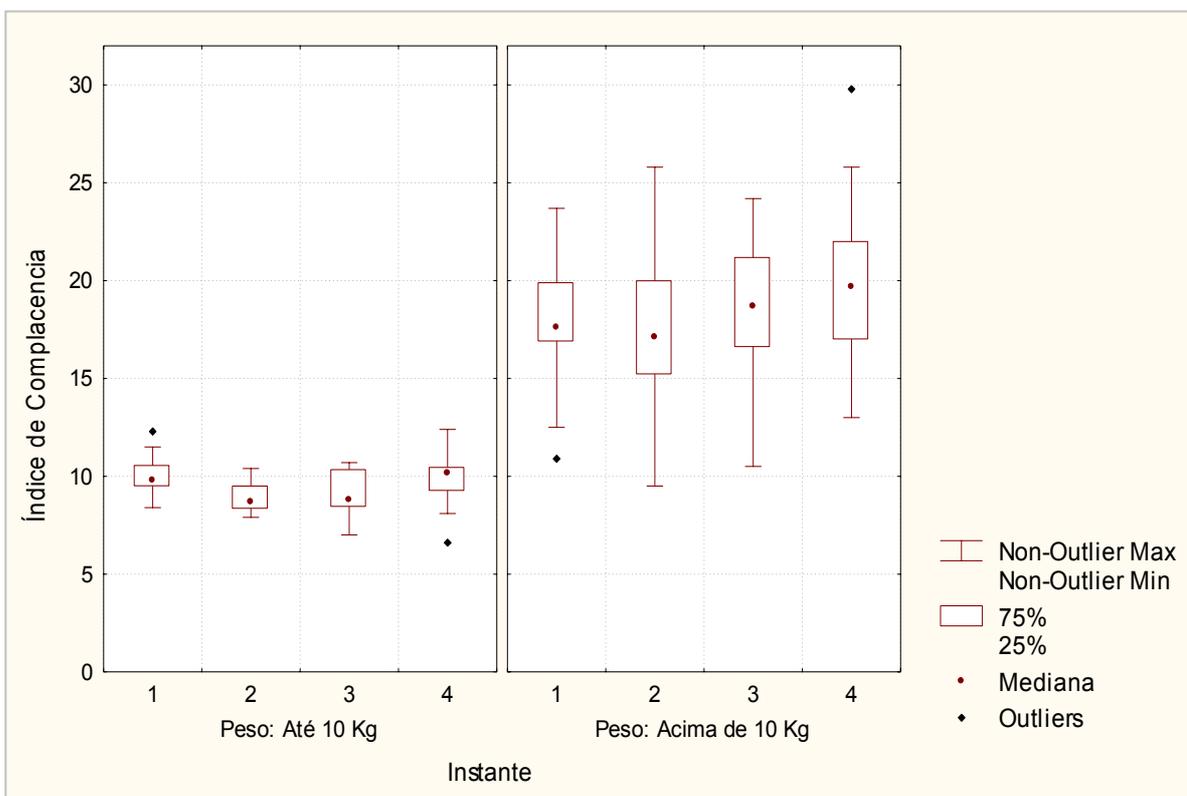


Figura 12. *Box-plot* para dados de índice de complacência, segundo subgrupos de peso.

A diferença entre as medianas pode ser melhor verificada na Tabela 6, assim como, os resultados do teste de Mann-Whitney. A diferença estatisticamente significativa entre os instantes de medida de IC também está presente quando a amostra é estratificada pelo peso dos pacientes ( $p=0,0372$  e  $p=0,0006$ ).

Tabela 6. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IC	Peso $\leq 10\text{kg}$		Peso $>10\text{kg}$		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	12	9,8	23	17,6	$<0,001$
Instante 2	12	8,7	23	17,1	$<0,001$
Instante 3	12	8,8	23	18,7	$<0,001$
Instante 4	12	10,15	23	19,7	$<0,001$
Valor P		0,0372		0,0006	

IC: índice de complacência; N: número de pacientes.

Na Figura 13, observamos que quando relacionamos duas variáveis, peso e idade, a maioria dos pacientes com até 30 meses apresentam peso corporal até 10kg.

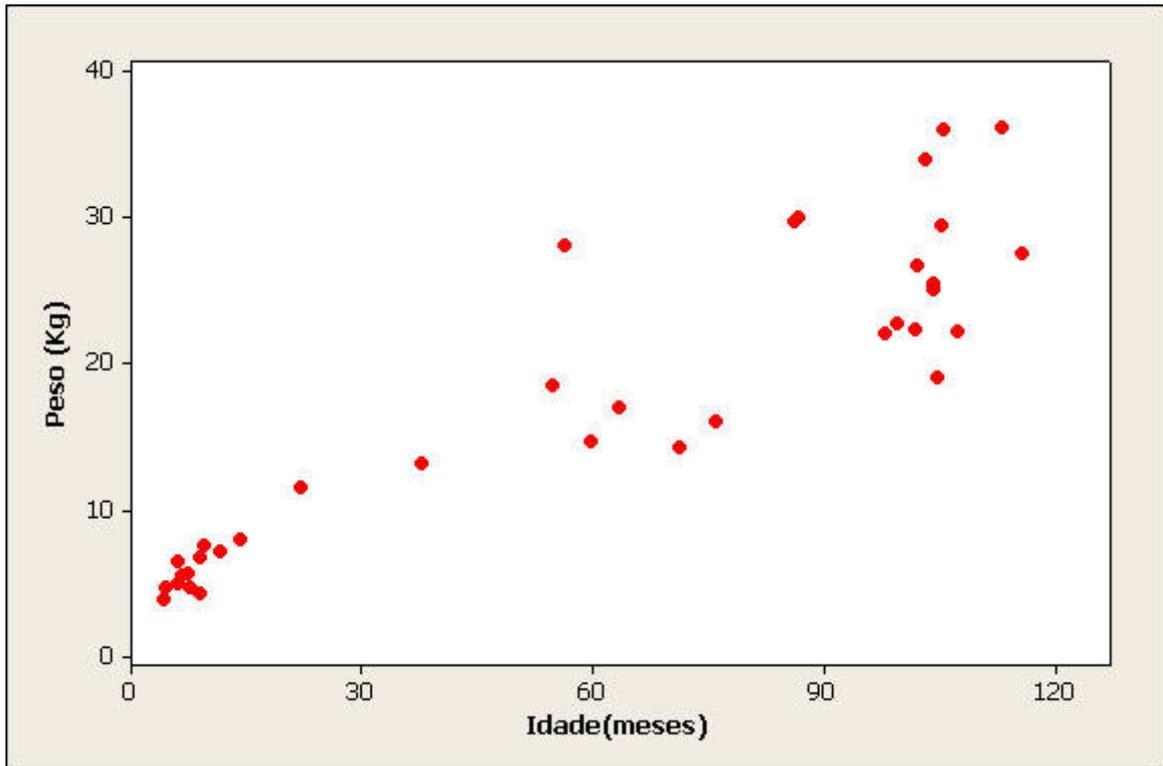


Figura 13. Relação idade / peso.

Quanto a relação de IC com o tempo de perfusão, a estratificação da amostra, segundo a variável categórica “Tperf\_50” indicou que há diferença estatisticamente significativa entre os valores medianos em cada instante de avaliação de IC.

A Tabela 7 expõe os resultados relativos ao teste de Mann-Whitney aplicado para comparar os valores de IC entre os dois subgrupos de “Tperf  $\leq$  50” e “Tperf  $>$  50”. A variação dos valores de IC do instante um para o instante quatro foi estatisticamente significativa em ambos os subgrupos ( $P < 0,05$ ), entretanto o aumento do IC para os pacientes com tempo de perfusão de no máximo 50 minutos, pode-se observar a partir do instante três. O mesmo não é

evidenciado quando o tempo de perfusão é acima de 50 minutos, aonde observamos aumento do IC apenas no instante quatro.

O teste de Friedman foi usado para comparação intra-subgrupo de “Tperf\_50”. Em ambos os testes os resultados apontam diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ).

Tabela 7. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IC	Tempo de perfusão $\leq 50$ min		Tempo de perfusão $> 50$ min		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	18	17,7	17	10,9	0,002
Instante 2	18	17,45	17	10,3	0,004
Instante 3	18	18,95	17	10,5	0,002
Instante 4	18	19,8	17	12,3	0,003
Valor P		0,0037		0,0401	

IC: índice de complacência; N: número de pacientes.

O gráfico *Box-plot* apresentado na Figura 14 demonstra que em todos os instantes, os valores de mediana, quartis e extremos são superiores quando os pacientes tiveram tempo de perfusão acima de 50 minutos. Também é possível observar a presença de valores discrepantes (*outliers*) nos dois subgrupos amostrais, o que sugere que o IC pode sofrer alterações atípicas em alguns pacientes ao longo do período intra-operatório.

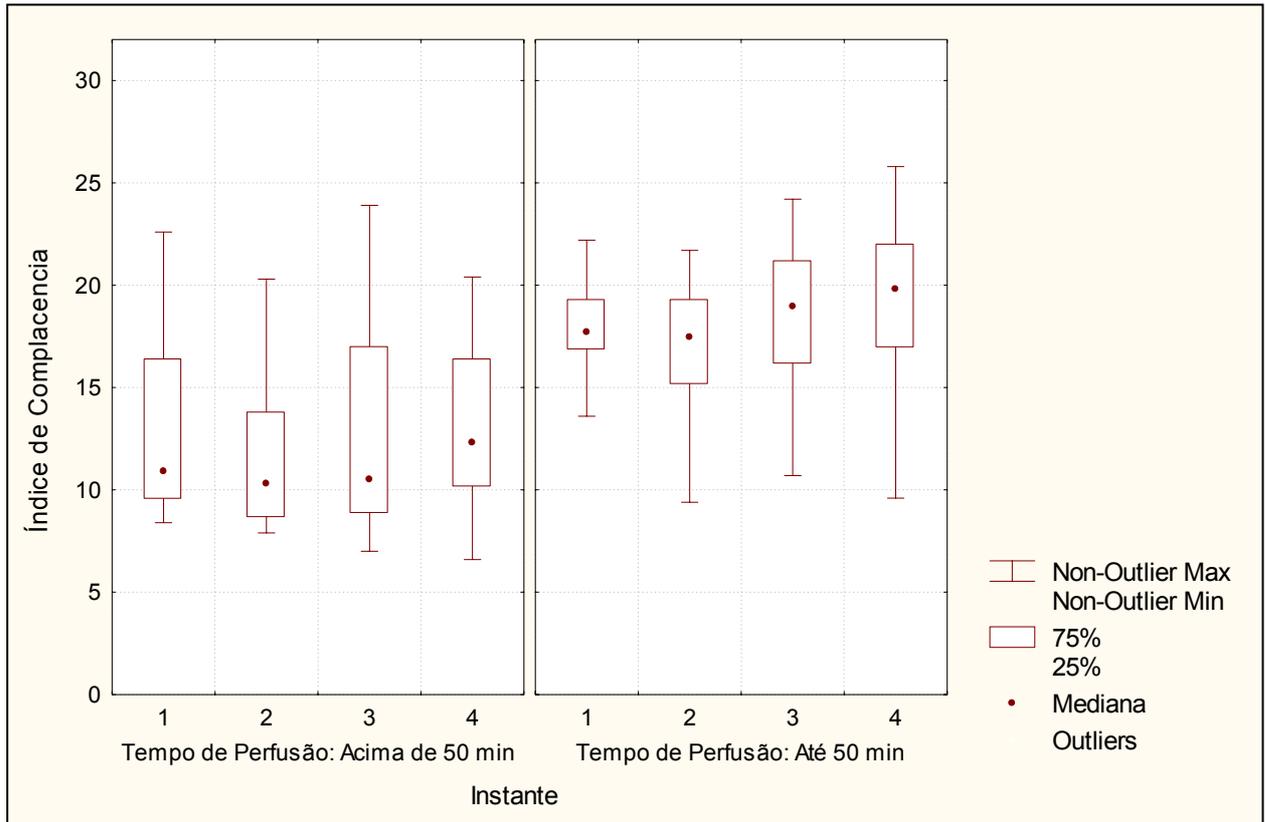
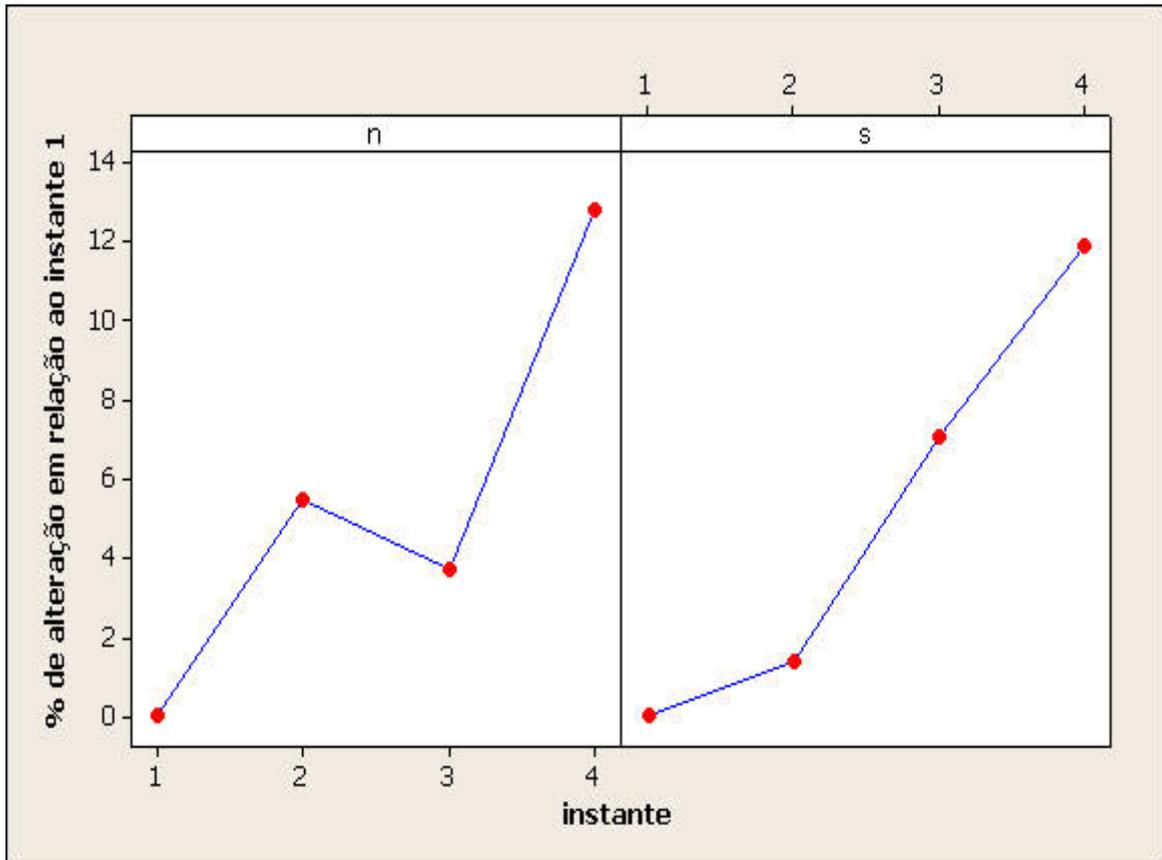


Figura 14. *Box-plot* de índice de complacência, de acordo com subgrupo de tempo de perfusão.

A Figura 15 mostra a variação do índice de complacência em porcentagem de acordo com o tempo de perfusão. Nota-se que os pacientes que permaneceram até 50 minutos em CEC apresentaram uma crescente melhora da Cp desde o instante dois, enquanto que os que ficaram mais que 50 minutos em CEC tiveram uma demora em apresentar melhora da Cp; o que só aconteceu no instante quatro. Estes últimos mostraram inclusive piora do IC após a saída de CEC (instante três).



n: tempo de perfusão maior que 50 minutos; s: tempo de perfusão menor ou igual a 50 minutos.

Figura 15. Variação em porcentagem do índice de complacência em relação ao tempo de perfusão.

### 3.2. Índice de Resistência da Via Aérea (IR)

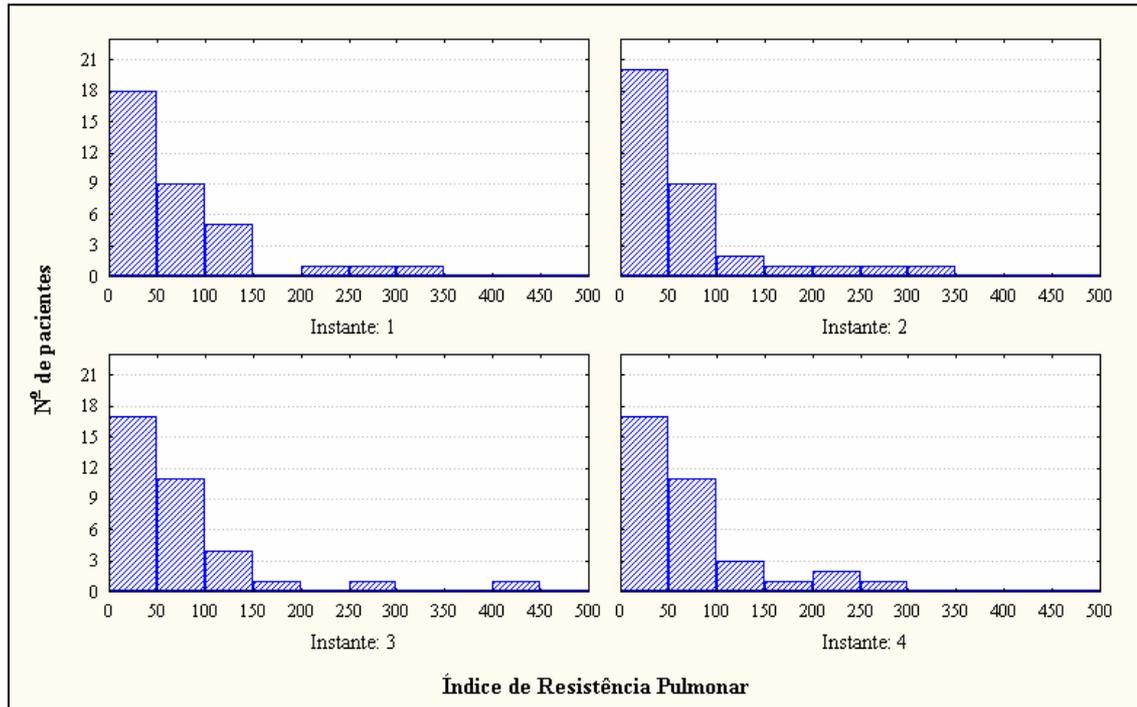
A Tabela 8 que segue traz cálculos associados ao IR, nos quatro instantes de medida. Mostra que as variações de IR são muito pequenas ao longo do período intra-operatório. Aplicando o teste de comparação de amostras dependentes de Friedman (amostras pareadas), verifica-se que as diferenças encontradas não foram significativas ( $P=0,393$ ).

Tabela 8. Estatísticas descritivas para índice de resistência por instante do período intra-operatório.

IR	N	Média	DP	Mediana	Extremos	Quartis (25% – 75%)
Instante 1	35	72,5	73,0	44,6	12,6 – 332,4	25,8 – 89,9
Instante 2	35	72,7	73,9	44,4	9,1 – 332,4	26,3 – 82,9
Instante 3	35	75,7	80,7	53,3	12,7 – 415,5	28,0 – 91,4
Instante 4	35	73,0	69,1	53,3	14,2 – 282,6	28,7 – 81,2
Valor P	P=0,393					

IR: índice de resistência; N: número de pacientes; DP: desvio padrão.

Observa-se na Tabela 8 que os valores de médias destoam mais de 20 unidades dos valores de mediana. Esta característica deve-se ao fato da distribuição de valores de IR ser assimétrica à direita, ou seja, há uma frequência maior de pacientes com valores mais baixos de IR e poucos pacientes, dispersos, com valores altos de IR (Figura 16). Outro ponto que vale destacar são os altos valores de desvio padrão em todos os instantes, indicando a alta variação entre os pacientes quanto ao IR.



N: número.

Figura 16. Índice de resistência em cada instante do período intra-operatório.

### 3.2.1. Relação do Índice de Resistência com Variáveis do Período Pré, Intra e Pós-operatório

A análise da relação de IR com os demais fatores envolvidos nos períodos operatórios revelou características similares às encontradas para IC, onde as variáveis que se mostraram mais fortemente associadas com os valores de IR nos diferentes instantes foram: idade, peso e tempo de perfusão. Assim como ocorrido com IC, as demais variáveis não apresentaram qualquer padrão de relacionamento que merecesse ser destacado.

Os gráficos de dispersão apresentados na Figura 17 ilustram a relação de IR com a idade. Para pacientes com idade de até 30 meses os valores de IR nos quatro instantes estão mais dispersos. Enquanto que a dispersão dos valores de IR diminui para aqueles com idade acima de 30 meses. O teste de Mann-Whitney foi aplicado com a finalidade de comparar as duas amostras estratificadas por idade. A Tabela 9 traz os resultados obtidos para o referido teste nas comparações que envolveram os quatro instantes de medida de IR.

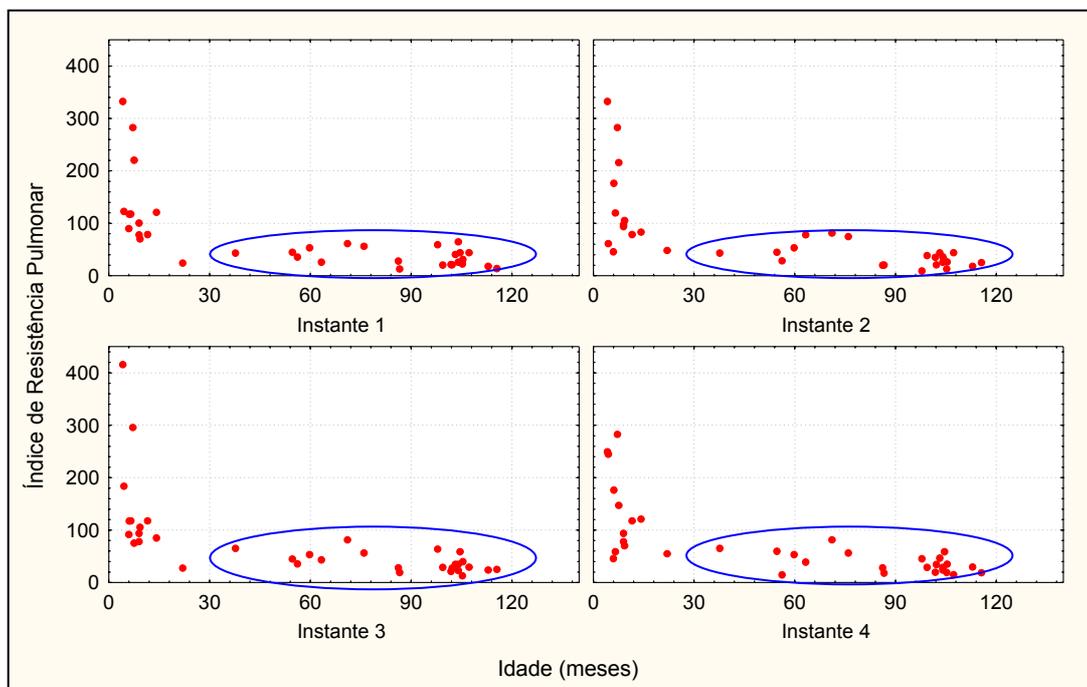


Figura 17. Dispersão de índice de resistência versus idade nos diferentes instantes de medição.

Tabela 9. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IR	Idade ≤ 30 meses		Idade >30 meses		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	13	117,3	22	33,05	<0,001
Instante 2	13	97,4	22	32,1	<0,001
Instante 3	13	105,4	22	34,55	<0,001
Instante 4	13	117,5	22	31,95	<0,001
Valor P		0,9127		0,4178	

IR: índice de resistência; N: número de pacientes.

Como pode ser verificado na Tabela 9, há diferença estatisticamente significativa nos valores medianos de IR, em cada instante, quando são comparados os pacientes com até 30 meses com aqueles cuja idade é superior a 30 meses. Em todos os instantes as diferenças encontradas foram significativas ( $P < 0,001$ ). A comparação intra-amostras, isto é, entre os instantes, não foi significativa para os dois subgrupos etários ( $P = 0,9127$  e  $P = 0,4178$ ).

A análise estatística da relação entre IR e peso revelou que com o aumento do peso do paciente, o IR se reduz e esta redução é estatisticamente significativa quando são comparados pacientes com peso de até 10kg com o grupo de pacientes cujo peso seja superior a 10kg, conforme mostra a Tabela 10. Neste sentido, o indicativo é que a variação maior dos valores de IR está entre os pacientes mais leves e possivelmente mais jovens. A comparação

intra-amostra pelo teste de Friedman revelou que não houve diferença significativa entre os valores de IR, quando se passou de um instante para outro, durante o período intra-operatório (P=0,8136 e P=0,3331).

Tabela 10. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IR	Peso ≤ 10kg		Peso >10kg		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	12	117,45	23	30,7	<0,001
Instante 2	12	101,4	23	35,	<0,001
Instante 3	12	111,35	23	34,4	<0,001
Instante 4	12	119,1	23	34,2	<0,001
Valor P		0,8136		0,3331	

IR: índice de resistência; N: número de pacientes.

A Figura 18 ilustra as diferenças encontradas pelos testes de Mann Whitney e Friedman.

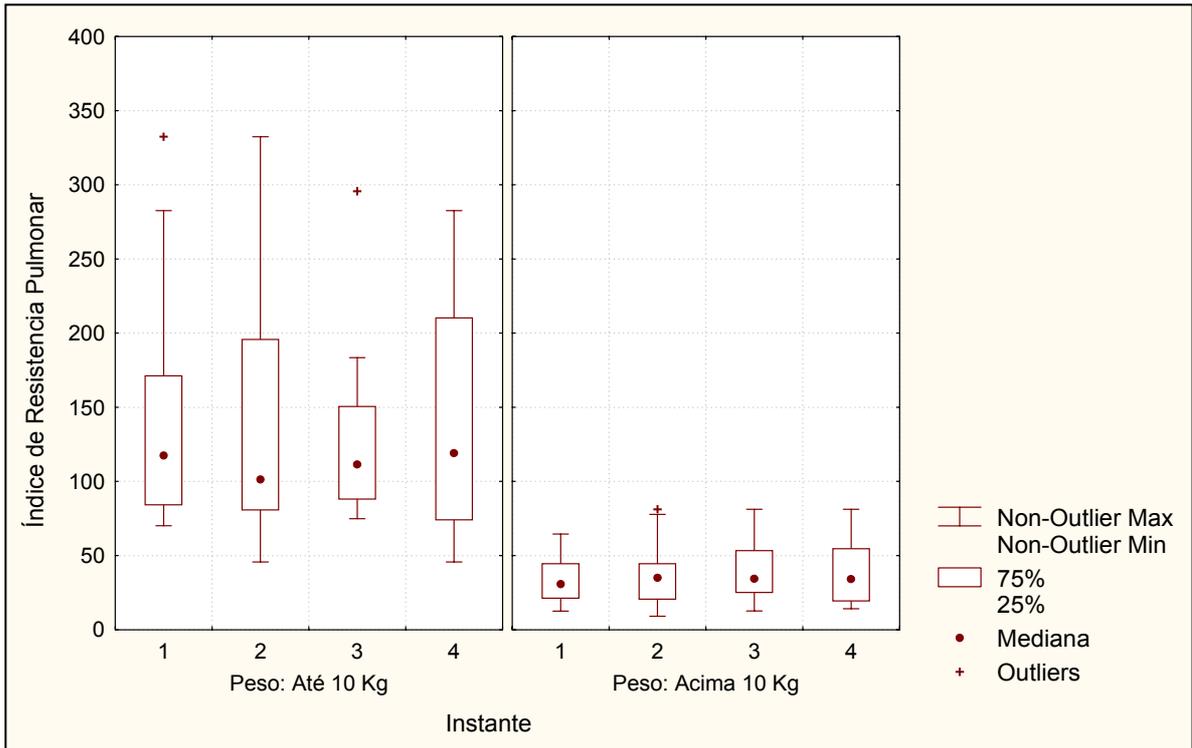


Figura 18. *Box-plot* para dados de índice de resistência de acordo com os subgrupos de peso.

No que se refere à relação de IR com o tempo de perfusão, a estratificação da amostra, segundo a variável categórica “Tperf\_50” indicou que há diferença estatisticamente significativa entre os valores medianos em alguns instantes de avaliação de IR. Nos instantes 2 e 3, as diferenças entre os valores de IR foram maiores, segundo “Tperf\_50”. O gráfico *Box-plot* que é apresentado na Figura 19 mostra que, em todos os instantes, nos pacientes com tempo de perfusão acima de 50 minutos a variação de IR foi superior a do grupo, cujo tempo de perfusão chegou até 50 minutos. Em função disto, nos instantes 1 e 4 as diferenças entre os dois subgrupos de “Tperf\_50” não foi significativa. A Tabela 11 expõe os resultados relativos ao teste de Mann-

Whitney aplicado para comparar os valores de IR entre os dois subgrupos de “Tperf\_50” e também o teste de Friedman para comparação intra-subgrupo de “Tperf\_50”. Nos testes de Friedman efetuados, os resultados não apontam diferenças estatisticamente significativas (todos os valores de  $P > 0,05$ ). Entretanto, nos testes de Mann-Whitney, o valor de P é de 0,0068, para o instante dois, e de 0,0293, para o instante três.

Tabela 11. Resultados do teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes e teste de Friedman para comparação intra-amostras.

IR	Tempo de perfusão $\leq 50\text{min}$		Tempo de perfusão $>50\text{min}$		Valor P
	N	Mediana	N	Mediana	
Instante 1	18	43,85	17	78,4	0,0989
Instante 2	18	32,5	17	77,8	0,0068
Instante 3	18	37,10	17	77,9	0,0293
Instante 4	18	40,15	17	64,7	0,0599
Valor P		0,4791		0,2415	

IR: índice de resistência; N: número de pacientes.

A Figura 19 traz, ainda, a presença de valores discrepantes (*outliers*) nos dois subgrupos amostrais, o que sugere que o IR pode sofrer alterações atípicas em alguns pacientes.

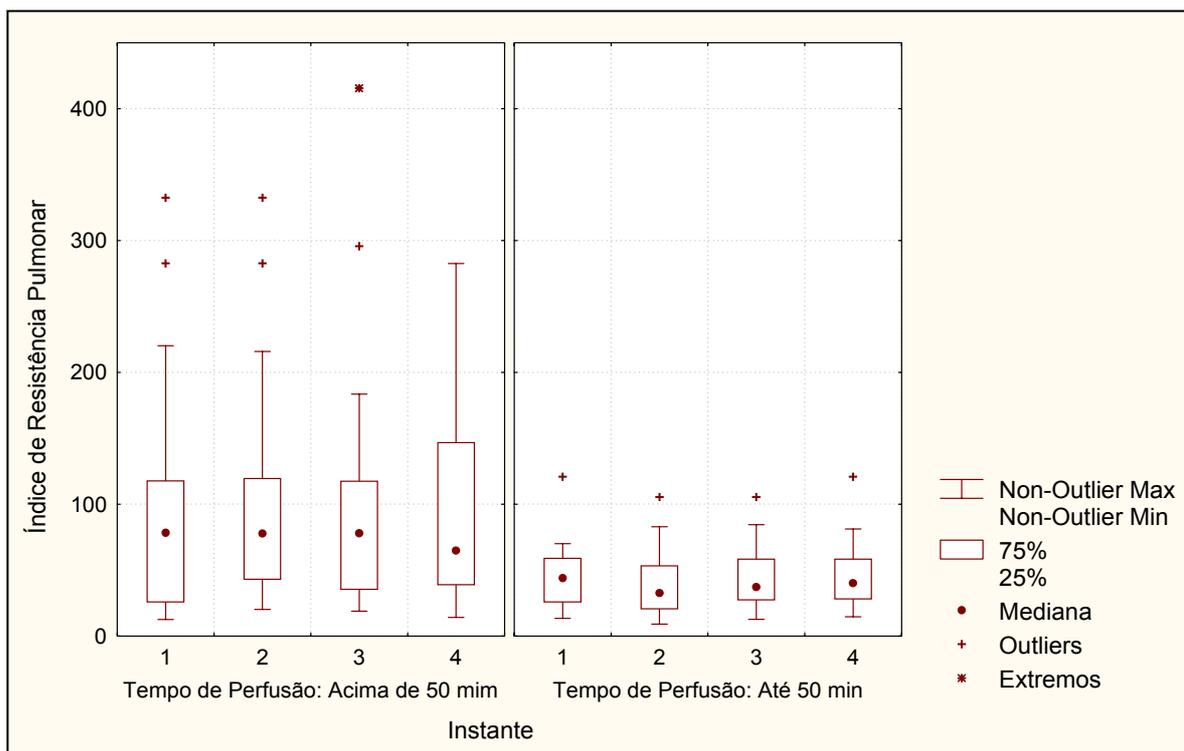


Figura 19. *Box-plot* de índice de resistência, de acordo com subgrupo de tempo de perfusão.

## **4. DISCUSSÃO**

---

#### 4. DISCUSSÃO

As alterações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica com CEC são muitas vezes responsáveis pela morbidade dos pacientes.<sup>(24,25)</sup>

Nas crianças portadoras de hiperfluxo pulmonar observamos alterações na mecânica pulmonar no pós-operatório com auxílio de CEC. Os principais achados foram: as crianças apresentam melhora da Cst após a correção cirúrgica do hiperfluxo pulmonar. As crianças de menor idade e, portanto, de menor peso apresentaram esta melhora de forma mais discreta. Aquelas que permaneceram mais tempo em CEC demoraram mais a apresentar melhora da Cp e, finalmente, a  $R_{VA}$  não mostrou alteração significativa ao final da cirurgia.

A média de complacência no instante quatro difere estatisticamente da média nos outros instantes de medição. Isto é, a Cp apresentou um aumento estatisticamente significativo ao final da cirurgia.

Doenças que produzem fluxo anormal de sangue nos pulmões podem levar a mudanças na mecânica pulmonar, aumentando o trabalho respiratório, o consumo de oxigênio e agravando a deficiência cardíaca.<sup>(6)</sup> A melhora da Cp ao final da cirurgia é devida provavelmente à correção do hiperfluxo pulmonar com melhora imediata da mecânica pulmonar. Esta melhora foi traduzida pelo aumento da complacência pulmonar; isto é, quanto maior, mais distensível está o pulmão e apresenta maior variação de volume durante a inspiração, e quanto menor, mais rígido e menor volume.<sup>(28)</sup>

As alterações produzidas pela CEC, pela hipotermia, pela ausência de ventilação durante a cirurgia e pelo procedimento cirúrgico seriam suficientes para comprometer a função pulmonar no pós-operatório. Muitas vezes são responsáveis pela morbidade dos pacientes.<sup>(29)</sup>

Não ocorreu alteração que compromettesse a função pulmonar no pós-operatório, como também, houve melhora da Cst comprovando, desta forma, que os benefícios da correção do hiperfluxo superam possíveis complicações pulmonares decorrentes da CEC e do procedimento cirúrgico.

Satyer *et al.*<sup>(30)</sup> em estudo de 106 crianças menores de 1 ano concluíram igualmente que naquelas com hiperfluxo pulmonar a correção cirúrgica melhora a função pulmonar. Apesar da semelhança entre os resultados, tal estudo mede a Cp dinâmica, enquanto que nós obtivemos a medida da Cst. Esta medida é a variação de volume pulmonar por mudança na pressão estática aplicada e traduz especificamente o comportamento do parênquima pulmonar. Esta última fornece informações específicas das condições do tecido pulmonar relacionadas à presença de pneumonias, atelectasias, edema pulmonar e outros. Enquanto que a complacência dinâmica permite informações sobre as propriedades resistivas do pulmão, sendo afetada por broncoconstrição e secreção nas vias aéreas.<sup>(31)</sup>

Lanteri *et al.*<sup>(32)</sup> em 23 crianças com idades entre 2 meses e 10 anos submetidas à cirurgia cardíaca, similar aos nossos achados, descobriram anormalidades da complacência dinâmica e estática nos pulmões e aumento da resistência respiratória entre os pacientes com hiperfluxo sangüíneo

pulmonar. Estas medidas apresentavam valores normais depois da correção cirúrgica.

Takeuchi *et al.*<sup>(16)</sup> incluíram em seu estudo apenas crianças menores que 10kg e também observaram melhora da Cp após a cirurgia de correção do hiperfluxo pulmonar. Ao observarmos a melhora da função pulmonar no pós-operatório, devemos lembrar que todas as crianças utilizaram no centro cirúrgico, doses variadas de dobutamina. Ela é uma catecolamina sintética desenvolvida como agente seletivo  $\beta$ -adrenérgico. Seu efeito primário é o aumento da contratilidade miocárdica primeiramente pelo estímulo agonista de  $\beta_1$  seguido de  $\beta_2$ , com relativo pouco efeito sobre este último. Entretanto não podemos esquecer que como resposta farmacodinâmica, além do aumento da contratilidade miocárdica e do aumento do débito cardíaco, existe um efeito mínimo na resistência vascular pulmonar.<sup>(33)</sup> Possivelmente este mínimo efeito pulmonar possa contribuir para melhora da Cp. Seriam necessários estudos posteriores para avaliar sua real importância.

A análise do IC com as variáveis do estudo mostrou que apenas a idade, o peso e o tempo de perfusão apresentaram algum padrão de relação com IC.

Ao observamos que as crianças menores de 30 meses apresentaram Cp menor em todos os instantes quando comparada àquelas maiores de 30 meses e o peso se comportou de forma semelhante que as crianças com menos de 10kg, apresentando em todos os instantes médias de Cp menor. Podemos creditar que o fato deva-se provavelmente à maturação pulmonar. Considerando-se a tabela de crescimento adotada mundialmente pela National Center of Health Statistics (NCHS) (Anexos 1 e 2), podemos observar que

crianças abaixo de 30 meses são aquelas com peso até aproximadamente 10kg. Desta forma, nossos resultados obtidos com as variáveis peso e idade foram compatíveis. Mostram-se similares para crianças de menor peso e menor idade e também para aquelas de maior peso e maior idade.

Estudos sobre maturação pulmonar sugerem que o número de alvéolos aumenta até aproximadamente oito anos de idade. Ao nascimento, a região alveolar é representada por espaços aéreos primitivos descritos como sáculos chegando a quase 20 milhões. A partir daí os alvéolos aparecem e se multiplicam para o número do adulto de 300 milhões. A seguir ocorrerá apenas o aumento de tamanho alveolar até a idade adulta.<sup>(7)</sup> O que contribui para uma Cp maior apenas a partir da idade aproximada dos oito anos de vida. Outros autores que estudaram a maturação pulmonar mostram que após os 4 meses de idade aumenta a complexidade do formato alveolar, ocorrendo a multiplicação mais rápida dos alvéolos nos primeiros três anos de vida.<sup>(34,35)</sup> Isto certamente contribui para que a Cp seja maior quanto maior for a idade.

As crianças maiores apresentaram melhora da Cp do instante um para o instante quatro de 12%. As crianças menores de 30 meses e com menos de 10kg apresentaram também melhora da complacência ao final da cirurgia só que de apenas 4,1%.

Dessa forma a Cp ao final da cirurgia apresenta uma melhora mais significativa no grupo de crianças maiores. As menores mostraram menor variação do IC em todos os instantes, ficando estes valores concentrados num menor intervalo de variação. Enquanto que naquelas maiores, os valores de IC mostravam maior variação.

Dessa forma podemos inferir com mais precisão no grupo de crianças menores que a complacência estática pulmonar será menor em todos os instantes cirúrgicos se comparada com crianças maiores de 30 meses.

Satyer *et al.*<sup>(30)</sup> realizaram estudo com crianças menores de um ano submetidas à correção cirúrgica e também relacionaram a melhora da função pulmonar à idade. Constataram que pacientes neonatais apresentavam melhora maior que crianças mais velhas, após a correção do hiperfluxo. Entretanto a divergência de dados pode ser devida a medida de parâmetros diferentes. Enquanto estudamos a função pulmonar utilizando a complacência estática e a  $R_{VA}$ , neste outro estudo, os parâmetros medidos foram a complacência dinâmica e  $R_{VA}$ .

Interessante salientar que o aumento da  $C_p$  no pós-operatório imediato não apresentou qualquer padrão de relacionamento com o grau de hiperfluxo pulmonar, isto é; quando relacionamos apenas o  $Q_p/Q_s$  com o grau de melhora da função pulmonar no pós-operatório não observamos correlação positiva.

A não relação do  $Q_p/Q_s$  com a evolução pulmonar indica a não existência de interferência do fluxo pulmonar com a capacidade pulmonar em pacientes com hiperfluxo pulmonar.

Outros também demonstraram que a  $C_p$  é normal em pacientes com hiperfluxo pulmonar em que a PAP é normal, evidenciando que a PAP e não o fluxo sanguíneo pulmonar é o fator principal que afeta a capacidade pulmonar nestes pacientes.<sup>(8)</sup>

Alguns sugerem também que apenas na presença de hiperfluxo pulmonar com aumento da PAP ( $PAP > 18 \text{ mm Hg}$ ) é que estaria associada uma

---

diminuição da complacência após a correção cirúrgica do hiperfluxo. Isto é, a melhora é inversamente proporcional a PAP existente no pré-operatório. Quanto maior a pressão de artéria pulmonar no pré-operatório, menor a melhora da Cp.<sup>(16)</sup> Outros descobriram correlação positiva entre o grau de hiperfluxo pulmonar e o grau de melhora observada após a cirurgia, relacionando também o grau de hiperfluxo com a pressão na artéria pulmonar.<sup>(32)</sup>

Nós não medimos a pressão de artéria pulmonar com auxílio da ecocardiografia bidimensional com *Doppler*, pois só o cateterismo seria capaz de fornecer a pressão exata na artéria pulmonar.

Quanto à permanência em circulação extracorpórea, no grupo de crianças com tempo de perfusão menor ou igual a 50 minutos e também no grupo de crianças com tempo de perfusão maior que 50 minutos houve melhora da Cp. Entretanto, no grupo que permaneceu menos tempo em CEC, a melhora da Cp já se observa desde o instante três quando o tórax ainda encontrava-se aberto e os afastadores posicionados. Enquanto que no grupo que ficou mais tempo em CEC, a melhora da Cp só foi observada ao final da cirurgia com o tórax fechado.

O tempo de CEC é citado na literatura como sendo um dos principais fatores que dificulta o desmame da VM em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, devido ao importante distúrbio fisiológico causado pela reação inflamatória. A alteração na membrana dos capilares pulmonares influencia negativamente nas trocas gasosas com aumento do risco cirúrgico.<sup>(36)</sup>

Brown *et al.*<sup>(36)</sup> em determinado estudo para identificar fatores de risco para maior tempo em UTI no pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica, identificaram o tempo de CEC maior de 30 minutos como fator determinante para a piora da mecânica pulmonar e, conseqüente aumento do tempo de UTI independente dos eventos pós-operatórios subseqüentes.

Outros estudos encontraram alterações maiores em pacientes adultos que permaneceram tempo maior que 120 minutos.<sup>(37)</sup>

Diversos efeitos adversos estão associados ao uso da CEC em crianças. O aumento da permeabilidade capilar leva a formação de edema com conseqüente redução da complacência pulmonar e das trocas gasosas.

Os esforços para reduzir os efeitos adversos da CEC e deletérios da síndrome do extravasamento capilar pós-perfusão incluem, no intraoperatório, além de redução de volume dos circuitos e terapia diurética e antiinflamatória, a técnica de ultrafiltração. Estudos relacionados à hemoconcentração em cirurgias cardíacas com CEC têm sido feitos. Concluem que as principais vantagens incluem a remoção de macromoléculas mediadoras da reação inflamatória sistêmica, diminuição de endotoxinas circulantes, remoção do excesso de água corpórea e da hipertensão pulmonar. Dois métodos de hemoconcentração são utilizados, o convencional e o modificado, este último sugerido pela equipe de Elliot<sup>(39)</sup> que diferem basicamente pela posição do hemofiltro no circuito de CEC e o momento de seu uso.<sup>(38,39)</sup>

Vários estudos de ultrafiltração modificada têm demonstrado uma melhora da função pulmonar, com diminuição também da resistência vascular pulmonar.<sup>(29,30,40)</sup> A ultrafiltração utilizada em todos os pacientes foi a

ultrafiltração convencional, que mesmo não sendo como a preconizada por Elliot,<sup>(39)</sup> contribuiu para a redução de efeitos adversos pulmonares pós-CEC, justificada pelos nossos resultados.

Um dado interessante encontrado foi na correlação de duas variáveis, o tempo de CEC e a idade. Quando analisamos os dados intergrupos, as crianças com menor tempo de CEC apresentavam valores significativamente maiores de Cp em todos os instantes medidos, em relação àquelas do grupo com maior tempo de CEC. Foi observado que as primeiras tinham uma média de idade maior que estas últimas. As crianças maiores ficaram menos tempo em CEC que as crianças menores. A justificativa para tal evento pode ser encontrada no fato da indicação de cirurgia mais precoce acontecer na presença de defeitos mais complexos, que causam repercussão hemodinâmica, o que explicaria o maior tempo de CEC.

A  $R_{VA}$  no presente estudo não apresentou alteração significativa ao final do procedimento cirúrgico. Di Carlo *et al.*,<sup>(41)</sup> relacionaram o valor medido de  $R_{VA}$  no pós-operatório imediato com o sucesso ou insucesso na extubação. Constataram que valores de  $R_{VA}$  superiores a 75 cm H<sub>2</sub>O identificavam possibilidade de insucesso na extubação por insuficiência respiratória. Referiu também que o aumento da  $R_{VA}$  se deve provavelmente ao acúmulo de líquido pulmonar. Este estudo foi feito com crianças submetidas a diversos tipos de cirurgias cardíacas e não somente para correção de hiperfluxo como é o caso do presente estudo.<sup>(41)</sup>

Greenspan *et al.*<sup>(42)</sup> mostraram um aumento na resistência respiratória entre crianças submetidas à cirurgia via toracotomia. Descobriram significante

aumento da  $R_{VA}$  entre crianças depois da criação cirúrgica do *shunt* da esquerda para direita. Compararam, então, os resultados dessas crianças com outro grupo submetido ao reparo de coarctação de aorta e descobriram que crianças com *shunt* da esquerda para direita tinham a  $R_{VA}$  aumentada e um período de recuperação prolongado.

Nosso estudo não encontrou relação da alteração da  $R_{VA}$  com qualquer variável do pré, intra ou pós-operatório. Dessa forma, não houve relação da  $R_{VA}$  com o tempo de VM, embora a média da  $R_{VA}$  ao final da cirurgia tenha ficado abaixo de 75 cm H<sub>2</sub>O.

As crianças menores de 30 meses apresentaram resistência maior em todos os instantes medidos quando se comparadas às crianças maiores de 30 meses. O comportamento da  $R_{VA}$  nas crianças maiores é mais homogêneo em todos os instantes, mostrando um comportamento mais previsível para este grupo de crianças. O mesmo ocorreu com o peso; no qual as crianças menos pesadas apresentaram maiores resistências em todos os instantes, e as mais pesadas tiveram resistência menor em todos os instantes.

A  $R_{VA}$  é maior nos menores volumes pulmonares. Tal situação parece estar relacionada com o fato de ocorrerem alterações nos diâmetros das vias aéreas com diferentes volumes pulmonares.<sup>(3)</sup> Isto explica o que nossos resultados demonstraram, que as maiores resistências foram encontradas no grupo de crianças menores de 30 meses e que pesavam menos que 10 quilos.

As variações da  $R_{VA}$  são muito pequenas nos dois grupos ao longo do período intra-operatório não sendo significantes as alterações ao final da cirurgia.

Contrariamente, estudos mostram que pacientes neonatais tiveram redução na resistência respiratória de 25% após a cirurgia, enquanto que crianças mais velhas apenas 16%.<sup>(30)</sup>

Este estudo foi limitado pela impossibilidade da medida de  $C_{st}$  e  $R_{VA}$  num momento mais tardio de pós-operatório, com a criança já na UTI. Isto se deveu ao fato de que algumas são extubadas no centro cirúrgico. Evitou-se em função do estudo, a retirada da VM e extubação fossem prorrogadas pela necessidade de mais doses de sedação para realização das medidas.

Segundo Martins,<sup>(31)</sup> a monitorização de diferentes aspectos da função respiratória pode não só prevenir catástrofes como permitir melhor avaliação funcional do paciente. Assim, a medida de complacência estática não invasiva do sistema respiratório deve ser utilizada rotineiramente na prática clínica e principalmente no pós-operatório das cirurgias cardíacas. É adequada para avaliação do parênquima pulmonar, pois os sistemas cardiovascular e respiratório estão intimamente relacionados tanto anatômica quanto funcionalmente.

## **5. CONCLUSÃO**

---

## **5. CONCLUSÃO**

A complacência pulmonar nos portadores de cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar submetidos ao tratamento cirúrgico com auxílio da circulação extracorpórea apresentou melhora em todos os pacientes, sendo influenciada de forma significativa pela idade, peso e tempo de circulação extracorpórea. A resistência da via aérea, entretanto, não se alterou.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

**6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Guyton AC. Tratado de fisiologia médica. Rio de Janeiro: Interamericana; 1977. p. 455.
2. Comore JH. Fisiologia da respiração. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1977. p.90-135.
3. Vieira SRR, Plotnik R, Fialkow L. Monitorização da mecânica respiratória durante a ventilação mecânica. In: Carvalho CRR, editor. Ventilação mecânica. 1ª ed. São Paulo: Atheneu; 2000. p. 215-252.
4. Schramm CM, Grunstein MM. Pulmonary function tests in infants. In: Kending Jr. EL, editor. Disorders of the respiratory tract in children. 6ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1998. p.15-16, 180-190.
5. Carvalho AP, Ayres FC. Circulação e respiração: Fundamentos da biofísica e fisiologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1983. p.175.
6. Lister G, Bruce RP. Cardiopulmonary interactions in The infant with congenital cardiac disease. Clinics Chest Med 1983; 4(2):219-32.
7. Reid LM. Lung Growth in health and disease. Br J Dis Chest 1984; 78:113-24.

8. Bancalari E, Jesse MJ, Gelband H, Garcia O. Lung mechanics in congenital heart disease with increased pulmonary blood flow. *J Pediatr* 1977; 90(2):192.
9. Sanders SP, Yager S, Williams RG. Measurement of systemic and pulmonary blood flow and Qp/Qs ratio using doppler and two – dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1983; 51:952-6.
10. Barron JV, Sahn DJ, Valdes-Cruz LM, Lima CO, Goldberg SJ, Grenadier E, *et al.* Clinical utility of two-dimensional doppler echocardiographic techniques for estimating pulmonary to systemic blood flow ratios in children with left to right shunting atrial septal defect, ventricular septal defect or patent ductus arteriosus. *JACC* 1984; 3(1):169-78.
11. Cloez JL, Schimidt HG, Birk E, Silverman NH. Determination of pulmonary to systemic blood flow ratio in children by a simplified doppler echocardiographic method. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11:825-30.
12. Campos Filho O, Gil MA, Tatani SB. Ecocardiografia Doppler. In: Nobre F, Serrano Jr. CV, editores. *Tratado de cardiologia da Socesp*. Barueri(SP) Manole; 2005. p. 211-4.
13. Jacobs JP. Nomenclature and classification for congenital cardiac surgery. In: Mavroudis C, Backer CL, editores. *Pediatric Cardiac Surgery*. 3<sup>a</sup> ed. Pennsylvania: Mosby; 2003. p.25-38.

14. Lopes AAB. Hipertensão pulmonar. In: Ebaid M, editor. *Cardiologia em Pediatria: Temas Fundamentais*. São Paulo: Roca; 2000. p. 331-46.
15. Jacobs JP, Burke RP, Quintessenza JA, Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature Database Project: ventricular septal defect. *Ann Thorac Surg* 2000; 69:S25.
16. Takeuchi M, Kinouchi K, Fukumitsu K, Kishimoto H, Kitamura S. Postbypass pulmonary artery pressure influences respiratory system compliance after ventricular septal defect closure. *Pediatric Anaesth* 2000; 10:407-11.
17. Emmanouilides GC, Allen HD, Riemenschneider TA, Gutgesell HP. Comunicação interventricular. In: Moss e Adams, editores. *Doenças do Coração na Criança e no Adolescente*. Rio de Janeiro: Medsi; 2000. p.255-274.
18. Yen Ho S, Baker EJ, Rigby ML, Anderson RH. Atlas colorido de cardiopatias congênitas. *Correlações clínico-morfológicas*. Rio de Janeiro: Revinter; 1998. p.55-100.
19. Bertola DR, Albano LMJ, Kim CA. Síndromes genéticas e cardiopatias. In: Nobre F, Serrano Jr. CV, editores. *Tratado de cardiologia da Socesp*. Barueri(SP):Manole; 2005. p.1783.

20. Jatene MB, Croti UA. Tratamento cirúrgico das cardiopatias congênitas. In: Nobre F, Serrano Jr. CV, editores. Tratado de cardiologia da Socesp. Barueri(SP): Manole; 2005. p.1380-93.
21. Castañeda AR, Jonas RA, Mayer Jr JE, Hanley FL. Cardiac Surgery of the neonate and infant. Philadelphia (Pennsylvania): W. B. Saunders Company; 1994. p.143-202.
22. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Cardiac Surgery. 2ª ed. USA: Churchill Livingstone inc.; 1993. p. 609-27.
23. Jaggars J, Ungerleider RM. Cardiopulmonary bypass in infants and children. In: Mavroudis C, Backer CL, editores. Pediatric Cardiac Surgery. 3ª ed. Pennsylvania: Mosby; 2003. p.171-192.
24. Barnas GM, et al. Lung and chest wall mechanical properties before and after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. Am Physiolog Soc 1994; 76:166-175.
25. Babik B, Astalos T, Peták F, Deák ZI, Hantos Z. Changes in respiratory mechanics during cardiac surgery. Anesth Analg 2003; 96:1280-7.
26. Moore D. Estatística e sua prática. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos; 2000.

27. Zar JH. Biostatistical analysis. 4<sup>a</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall; 1999. p. 663.
28. Zin WA, Rocco PRM. Mecânica respiratória normal. In: Auler Junior JOC, Gomide do Amaral RV, editores. Assistência ventilatória mecânica. São Paulo: Atheneu; 1995. p.3-24.
29. Schulze-Neick I, Li J, Penny DJ, Redington AN. Pulmonary vascular resistance after cardiopulmonary bypass in infants: effect on postoperative recovery. J Thorac Cardiovasc Surg 2001; 121:1033-9.
30. Stayer SA, Diaz LK, East DL, Gouvion JN, Vencill TL, McKenzie ED, *et al.* Changes in respiratory mechanics among infants undergoing heart surgery. Pediatric Anesth 2004; 98:49-55.
31. Martins F. Monitorização no pós-operatório de cirurgia cardíaca. In: Auler Jr JOC, Oliveira SA, editores. Pós-operatório de cirurgia torácica e cardiovascular. Porto Alegre: Artmed; 2004. p.18-42.
32. Lanteri CJ, Kano S, Duncan AW, Sly PD. Changes in respiratory mechanics in children undergoing cardiopulmonary bypass. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152:1893-1900.
33. Chang AC, Hanley FL, Wernovski G, Wessel DL. Pediatric Cardiac Intensive Care. Baltimore: Williams & Wilkins 1998; p. 45-67, 115-117.

34. Davies G, Reid L. Growth of the alveoli and pulmonary arteries in childhood. *Thorax* 1970; 25: 669-81.
35. Hislop A, Reid LM. Pulmonary arterial development during childhood: branching pattern and structure. *Thorax* 1973; 28:129-35.
36. Brown KL, Ridout DA, Goldman AP, Hoskote A, Penny DJ. Risk factors for long intensive care unit stay after cardiopulmonary bypass in children. *Critical Care Med* 2002; 31:1.
37. Nozawa E, Kobayashi E, Matsumoto ME, Feltrim MIZ, Carmona MJC, Auler Jr JOC. Avaliação de fatores que influenciam no desmame de pacientes em ventilação mecânica prolongada após cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 2003; 80(3):301-5.
38. Souza DD, Braile DM. Assessment of a new technique of hemoconcentration and the necessities of blood derivatives for transfusion in patients submitted to heart surgery using cardiopulmonary bypass. *Braz J Cardiovasc Surg* 2004; 19(3):287-294.
39. Elliot MJ. Ultrafiltration and modified ultrafiltration in pediatric open heart operations. *Ann Thorac Surg* 1993; 56(6):1518-22.

40. Koutias TC, Gaynor JW, Nicolson SC, Steven JM, Wernovsky G, Spray TL. Modified ultrafiltration reduces postoperative morbidity after cavopulmonary connection. *Ann Thorac Surg* 1997; 64:37-43.
  
41. Di Carlo JV, Raphaely RC, Steven JM, Norwood WI, Costarino AT. Pulmonary mechanics in infants after cardiac surgery. *Critical Care Med* 1992; 20(1):22-27.
  
42. Greenspan JS, Davis DA, Russo P, Speziali, Antunes MJ, Spitzer AR, *et al.* Infant thoracic surgery: procedure-dependent pulmonary response. *J Pediatric Surg* 1996; 31(7):878-80.

## **7. APÊNDICES**

---

## 7. APÊNDICES

### Apêndice 1. Ficha para coleta de dados

#### FICHA PARA COLETA DE DADOS

A COMPLACÊNCIA PULMONAR NOS PORTADORES DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS COM HIPERFLUXO PULMONAR SUBMETIDOS À CIRURGIA CARDÍACA

<b>1 ETIQUETA</b>
-------------------

Data \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Hora \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Cirurgia: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

#### **Circulação extracorpórea:**

TP: \_\_\_\_\_ TA: \_\_\_\_\_ Temperatura mínima: \_\_\_\_\_

Hemoderivados: \_\_\_\_\_

**Drenos:** medial ( ) pleural D ( ) pleural E ( )

Obs: \_\_\_\_\_

#### **Medidas ventilatórias:**

Respirador: \_\_\_\_\_ Modo: \_\_\_\_\_

#### **Pré-operatório tórax fechado:**

VC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_ FiO2: \_\_\_\_\_ Ppico: \_\_\_\_\_ Pplatô: \_\_\_\_\_ Peep: \_\_\_\_\_

Complacência: \_\_\_\_\_ SPO2: \_\_\_\_\_ ETCO2: \_\_\_\_\_ PAPm: \_\_\_\_\_

Resistência pulmonar: \_\_\_\_\_

#### **Pré-operatório tórax aberto:**

VC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_ FiO2: \_\_\_\_\_ Ppico: \_\_\_\_\_ Pplatô: \_\_\_\_\_ Peep: \_\_\_\_\_

Complacência: \_\_\_\_\_ SPO2: \_\_\_\_\_ ETCO2: \_\_\_\_\_ PAPm: \_\_\_\_\_

Resistência pulmonar: \_\_\_\_\_



Apêndice 2. Termo de consentimento e declaração.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O paciente.....  
que está sob sua responsabilidade, foi admitido neste hospital para tratamento médico e cirúrgico de uma doença no coração. Para podermos ter um maior entendimento das doenças, o corpo clínico desse Hospital desenvolve pesquisas. Através dessas pesquisas é possível conhecer o mecanismo das doenças e oferecer novas possibilidades de diagnóstico e tratamento aos pacientes futuros.

O objetivo deste trabalho é descobrir se o pulmão do paciente que será operado comporta-se de forma diferente após a cirurgia de correção do defeito cardíaco. Para isso, faremos algumas medidas da capacidade pulmonar no centro cirúrgico, com o paciente anestesiado.

Será uma medida antes da cirurgia e outra medida depois de terminada a cirurgia, porém com o paciente totalmente anestesiado.

Não será necessária realização de procedimentos ou medicações diferentes das habitualmente utilizadas, portanto não oferecendo acréscimo de risco de vida ao paciente.

Ressaltamos também que a concordância ou não em participar deste estudo não implica em qualquer modificação no tratamento que já vem sendo feito. O resultado deste exame de maneira nenhuma vai alterar o tratamento já estabelecido.

Asseguramos o completo sigilo em relação aos dados de identificação dos pacientes da pesquisa, de forma a não permitir a identificação individual de qualquer um que seja. Os resultados serão publicados em revista médica especializada. Nenhum depósito ou custo adicional será pedido para você.

Qualquer pergunta adicional poderá ser esclarecida pela pesquisadora **Ft. Lílian Goraieb** no tel 2278345 e 91133809 ou pelo coordenador do presente estudo, **Dr. Ulisses Alexandre Croti**, no Hospital de Base de São José do Rio Preto em horário comercial ou no telefone 210-5025 ou 97726560.

Garantimos que qualquer pergunta a respeito do trabalho será respondida tanto agora como em qualquer momento da pesquisa e também será garantido o direito de retirar seu filho da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para seu tratamento e sem perguntas adicionais.

## DECLARAÇÃO

Fui informado que caso existam danos à saúde do paciente, causados diretamente pela pesquisa, terei direito à tratamento médico e indenização conforme estabelece a lei.

Fui informado (a) do objetivo da pesquisa acima de maneira clara e detalhada. Recebi informação e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu o desejar. Caso tenha nova perguntas sobre o trabalho, posso chamar o Dr. Ulisses Alexandre Croti (coordenador da pesquisa) no telefone 2105025 ou 97726560

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do responsável  
testemunha

Assinatura da

Nome do responsável  
testemunha

Nome da

Assinatura do pesquisador:

Nome do pesquisador:

ETIQUETA

Apêndice 3. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE MEDICINA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO  
AUTARQUIA ESTADUAL - LEI Nº 8899 ,de 27/09/94  
(Reconhecida pelo Decreto Federal nº 74.179, de 14/06/74 )

Parecer n.º 012/2004

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

O Protocolo n.º 0207/2004 sob a responsabilidade de Lílian Goraieb com o título "A complacência pulmonar nos portadores de cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar submetidos a cirurgia cardíaca" está de acordo com a Resolução CNS 196/96 e foi aprovado por esse CEP.

Lembramos ao senhor(a) pesquisador(a) que, no cumprimento da Resolução 251/97, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios semestrais sobre o andamento do Estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do Estudo.

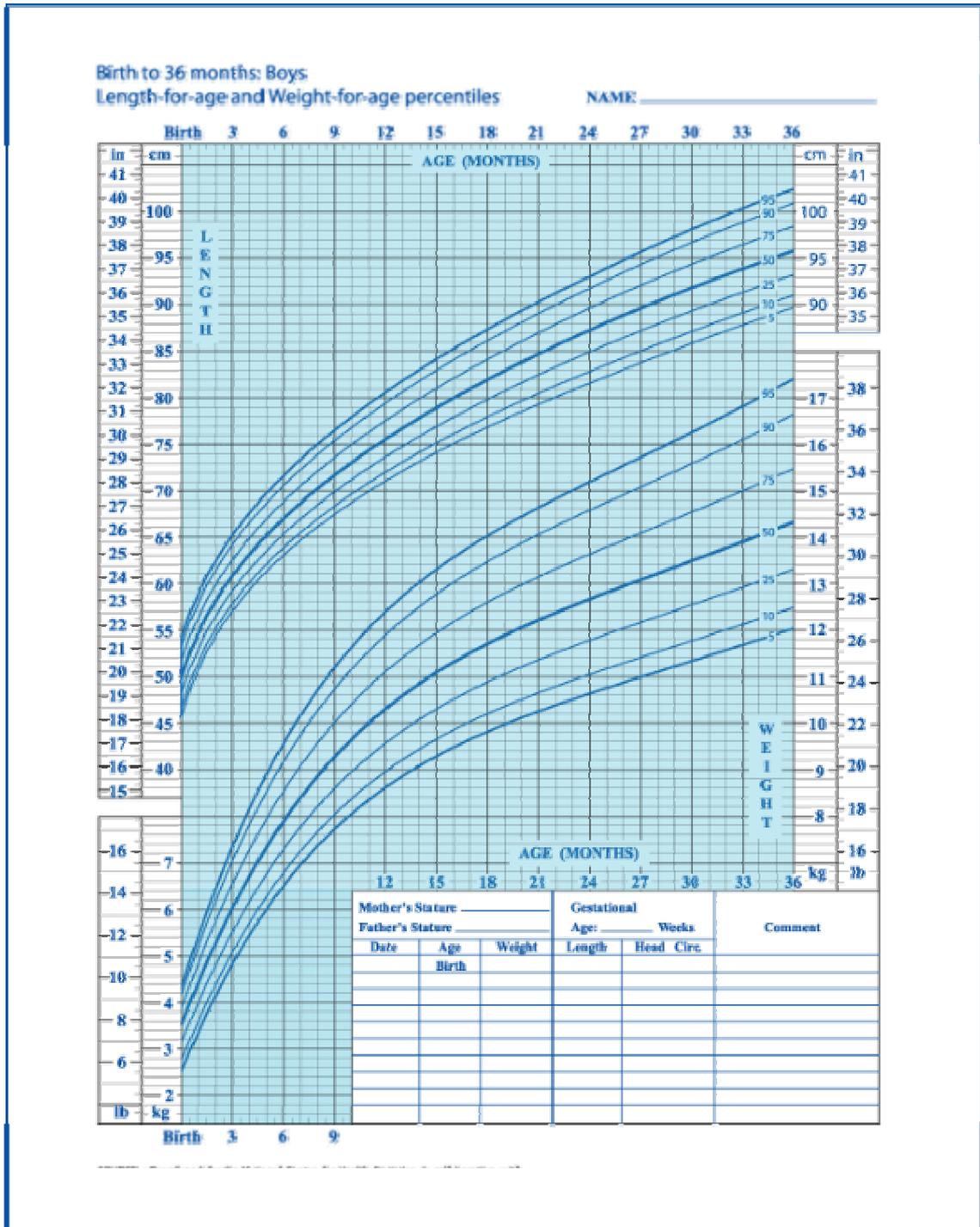
São José do Rio Preto, 16 de fevereiro de 2004.

  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Maluf Cury  
Coordenadora do CEP/FAMERP



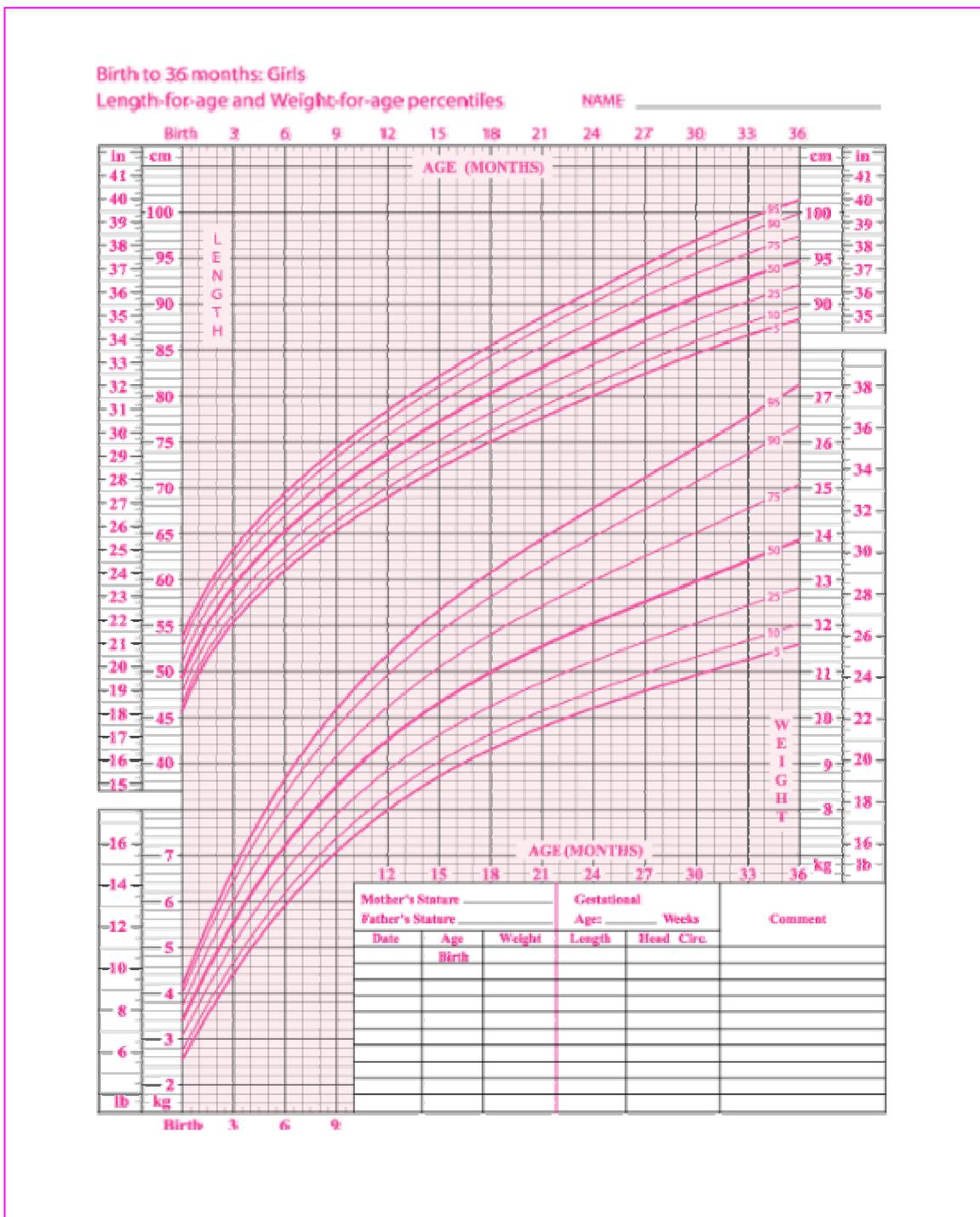
## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Tabela de crescimento – meninos.



Desenvolvido pelo National Center for Health Statistics em colaboração com o National Center for Chronic Disease Prevention and Promotion (2000).  
<http://www.cdc.gov/growthchart>

Anexo 2. Tabela de crescimento – meninas.



Desenvolvido pelo National Center for Health Statistics em colaboração com o National Center for Chronic Disease Prevention and Promotion (2000).  
<http://www.cdc.gov/growthchart>