

Revisão

Particularidades clínicas e fisioterapêuticas de crianças submetidas à cirurgia de cardiopatias congênitas

Clinical and physical therapy particularities of children after congenital heart disease surgeries

Angela Sachiko Inoue, Ft*, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, D.Sc.***, Emilia Nozawa, Ft., D.Sc.***

.....
Fisioterapeuta do Serviço de Fisioterapia do Instituto do Coração (InCor) HCFMUSP, Doutoranda pela Faculdade de Medicina da USP, **Médica, Diretora do Serviço de Anestesiologia e UTI cirúrgica do Instituto do Coração (InCor) HCFMUSP, *Fisioterapeuta Chefe do Serviço de Fisioterapia do Instituto do Coração (InCor) HCFMUSP*

Resumo

Os avanços importantes nas últimas décadas que ocorreram no campo das cardiopatias congênitas, sobretudo na melhoria implantada nas unidades de cuidados intensivos pediátricos, a melhor compreensão e o diagnóstico preciso das alterações hemodinâmicas associados aos avanços nos procedimentos cirúrgicos têm apresentado repercussões importantes na melhora da expectativa de vida destes pacientes. O atendimento cardiológico pediátrico torna-se desafio para toda equipe multiprofissional, uma vez que o impacto das cardiopatias tem repercussões significativas na qualidade de vida destes. A fisioterapia, como membro desta equipe, deve buscar o aperfeiçoamento constante de suas técnicas para contribuir com a otimização com cuidados destes pacientes. Foi realizada uma revisão com diferentes elementos abordando aspectos clínicos e cirúrgicos, bem como a atuação da fisioterapia diante de pacientes com cardiopatias congênitas.

Palavras-chave: cardiopatias congênitas, cirurgia, fisioterapia, cuidados pós-operatórios.

Abstract

The important advances in recent decades that occurred in the field of congenital heart disease, especially in improving in pediatric intensive care units, better understanding and accurate assessment of hemodynamic changes associated with advances in surgical procedures have shown significant impact in increasing survival of these patients. The pediatric cardiac care becomes an important issue to multidisciplinary team, since the impact of heart disease has a significant impact on quality of life. Physical therapy, as a member of this team, should search and propose the constant improvement of its techniques to contribute to optimizing care of these patients. A review was made with different elements addressing clinical and surgical aspects and the role of physical therapy on patients with congenital heart disease.

Key-words: heart defects, congenital, surgery, physical therapy, postoperative care.

Introdução

Os avanços importantes nas últimas décadas que ocorreram no campo das cardiopatias congênitas, sobretudo na melhoria implantada nas unidades de cuidados intensivos pediátricos, a melhor compreensão e o diagnóstico preciso das alterações hemodinâmicas associados aos avanços nos procedimentos cirúrgicos têm apresentado repercussões importantes na melhora da expectativa de vida destes pacientes [1-3]. Embora haja maior sobrevivência, a maioria dos pacientes submetida a mais de um procedimento cirúrgico, com procedimentos mais complexos, está exposta a diversas complicações e ainda permanece sob grande risco de mortalidade [4].

O reconhecimento e a valorização das manifestações clínicas iniciais da cardiopatia, tais como a cianose, infecções pulmonares de repetição, endocardite infecciosa, hipodesenvolvimento pondero-estatural, tornam-se fundamentais para evitar o impacto morfológico e funcional sobre o sistema cardiovascular [2].

O atendimento cardiológico pediátrico torna-se desafio para toda equipe multiprofissional, uma vez que o impacto das cardiopatias tem repercussões significativas na qualidade de vida e na sobrevivência destes [1]. Experiências dos programas de elevado desempenho mostram que os cuidados intensivos em crianças com cardiopatias congênitas são mais bem realizados por uma equipe bem estruturada, comprometida com medicina especializada e treinada em cuidados com estes pacientes [5]. A fisioterapia como membro desta equipe, tem, portanto, como objetivo, prestar assistência para estes, tanto no período pré-operatório quanto no pós-operatório, buscando o aperfeiçoamento de suas manobras, técnicas e intervenções para contribuir com a melhora da qualidade de vida destes indivíduos.

Considerações anatômicas e fisiopatológicas

As cardiopatias congênitas podem ser classificadas quanto ao fluxo sanguíneo pulmonar em hipofluxo, hiperfluxo ou normofluxo pulmonar e/ou quanto a fisiopatologia ou ao tipo da comunicação das circulações sistêmica pulmonar, *shunt*, entre esquerda-direita, denominada cardiopatia acianogênica ou direita-esquerda, cardiopatia cianogênica [6,7].

- Hipofluxo pulmonar: está relacionado à hipovolemia pulmonar e presente em cardiopatias obstrutivas do ventrículo direito e da artéria pulmonar, tais como atresia tricúspide, tetralogia de Fallot e atresia pulmonar. Estes indivíduos podem apresentar cianose, dispnéia aos grandes esforços com comprometimento do débito sanguíneo pulmonar [6,7].
- Hiperfluxo pulmonar: ocorre nos estados de hipervolemia pulmonar, em patologias que acarretam *shunt* esquerda-direita como na comunicação interatrial e interventricular, persistência do canal arterial, dupla via de saída do ventrículo direito. Esta alteração exterioriza-se por dispnéia, principalmente pela diminuição da complacência pulmonar

resultante do extravasamento do líquido para o interstício pulmonar pela membrana alvéolo-capilar. Esta condição também predispõe a criança a infecções pulmonares de repetição [6,7].

- Normofluxo pulmonar: não há alterações de volemia pulmonar como na transposição de grandes artérias.
- Cardiopatias acianogênicas: caracterizadas pela ausência de cianose; normalmente estes pacientes apresentam dispnéia associada a sintomas congestivos (tosse, expectoração com ou sem infecção brônquica) e podem apresentar hipertensão venocapilar pulmonar. As cardiopatias mais comuns são a comunicação interatrial, comunicação interventricular e persistência do canal arterial. As cardiopatias como a estenose aórtica, coarctação da aorta, apesar de serem acianogênicas, não apresentam alterações de fluxo sanguíneo pulmonar [6,7].
- Cardiopatias cianogênicas: caracterizadas pela presença de *shunt* direita-esquerda e cianose. Apresentam dispnéias não associadas aos fenômenos congestivos e podem estar acompanhadas de sinais de hipóxia cerebral (irritabilidade, torpor, sonolência, crises convulsivas) normalmente resultantes de hipofluxo pulmonar, determinando, ainda, retardo do desenvolvimento proporcional à gravidade da situação. As cardiopatias cianogênicas mais frequentes são a tetralogia de Fallot, transposição das grandes artérias, atresia tricúspide, síndrome do coração esquerdo hipoplásico, entre outras [6,7].
- Hipertensão pulmonar: situação frequente que acompanha as cardiopatias congênitas. Define-se hemodinamicamente por pressão média da artéria pulmonar acima de 25 mmHg em repouso com pressão de oclusão da artéria pulmonar menor de 15 mmHg.

Do ponto de vista anatomopatológico existem duas formas de desenvolver a hipertensão pulmonar. A primeira está associada à presença de comunicação sistêmica pulmonar com *shunt* esquerda-direita levando ao aumento do fluxo sanguíneo pulmonar (hiperfluxo pulmonar), cuja incidência está diretamente relacionada com o tipo e o tamanho do defeito. A resistência vascular pulmonar pode exceder a resistência vascular sistêmica revertendo o *shunt* para direita-esquerda, podendo levar a criança a apresentar cianose. A segunda forma está associada ao aumento da espessura da parede das arteríolas bem como hipertrofia dos vasos periféricos, resultando em vasoconstrição, provavelmente causada por hipóxia pela cardiopatia. A redução do fluxo pulmonar acentua ainda mais o grau desta hipóxia. Esta condição está presente em cardiopatias cianogênicas como a transposição de grandes artérias e síndrome da hipoplasia do coração esquerdo [8,9].

Apesar dos avanços obtidos nos últimos anos em relação ao tratamento da hipertensão pulmonar, principalmente com a utilização do Óxido Nítrico inalatório (NO), que é vasodilatador pulmonar seletivo, observa-se mortalidade elevada nestes pacientes principalmente em recém-nascidos, por isso

se deve instituir tratamento clínico precoce para estabilizar o quadro e deixá-los em condições de serem submetidos ao tratamento cirúrgico [8,9].

Considerações cirúrgicas

A abordagem cirúrgica deve ser planejada baseando-se no diagnóstico pré-operatório, tanto do ponto de vista funcional quanto anatômico para fornecer dados suficientes com o objetivo de minimizar os riscos intraoperatórios e buscar melhores resultados no pós-operatório.

Os resultados cirúrgicos têm sido cada vez melhor graças à melhora das técnicas diagnósticas, anestésicas, perfusionais, dos cuidados pós-operatórios alterando a história natural destas cardiopatias, principalmente quando tratado no primeiro ano de vida da criança [3].

São raras as contra-indicações cirúrgicas, em que se opta por conduta conservadora; neste caso a longevidade natural deve ser maior a apresentada pela evolução pós-operatória, ou ainda nas situações nas quais os defeitos são discretos, a ponto de não interferirem na evolução natural [10].

A escolha para a conduta conservadora ou cirúrgica, tanto paliativa quanto corretiva, portanto, define-se a partir da análise da história natural dos defeitos cardíacos conjuntamente com a presença ou não de síndromes genéticas como a síndrome de Down [10].

Atualmente, com a evolução supracitada, possibilitou a reparação total de diversos defeitos cardíacos congênitos em pacientes de baixa faixa etária, incluindo neonatos, contrastando com períodos anteriores quando se preferia correções paliativas pela gravidade das cardiopatias [3].

- Cirurgias paliativas: Quando o defeito anatômico apresentar impossibilidade de correção cirúrgica que restabeleça a anatomia cardíaca normal, ou pela gravidade anatômica da malformação ou pelo risco cirúrgico elevado, são indicados os procedimentos paliativos até que a criança tenha condições ideais de idade e peso para realizar a cirurgia corretiva [10,11].

Em alguns casos a anatomia do coração é tão alterada que a correção total torna-se impraticável, e nestas condições, as cirurgias paliativas acabam tornando-se definitivas [10].

As cirurgias paliativas visam atingir os seguintes objetivos [11,12]:

a) *Aumentar o fluxo arterial pulmonar através de anastomoses sistêmico-pulmonares*: tem como objetivo aumentar o fluxo pulmonar e a saturação de oxigênio sistêmico em doentes com cardiopatias congênitas cianogênicas. Possibilita a melhora da capacidade funcional do paciente e o desenvolvimento da árvore arterial pulmonar e como complicação pode ser citada o aumento excessivo de fluxo sanguíneo pulmonar e conseqüente congestão pulmonar. As cirurgias mais frequentemente utilizadas são a de Blalock-Taussig (*shunt* da artéria subclávia para a artéria pulmonar) e o *shunt* central (*shunt* da aorta para a artéria pulmonar)

utilizadas em cardiopatias como a tetralogia de Fallot, atresia pulmonar, atresia tricúspide com estenose pulmonar e ventrículo único com estenose pulmonar, transposição de grandes artérias com comunicação interventricular e estenose pulmonar.

- b) *Reduzir o fluxo arterial pulmonar através da bandagem do tronco ou artéria pulmonar*: utilizada em cardiopatias com hiperfluxo pulmonar para se prevenir a doença vascular pulmonar que resulta em hipertensão pulmonar. Está indicado no defeito septal átrio-ventricular completo, isomerismo atrial, ventrículo único com hiperfluxo pulmonar, transposição de grandes artérias com comunicação interventricular entre outros.
- c) *Aumentar a mistura sanguínea arteriovenosa através de atrióseptectomia ou septostomia atrial*: indicada em alguns casos de transposição de grandes artérias em pacientes com idade superior a três meses e em algumas lesões complexas não susceptíveis de imediato a correção total como a dupla via de ventrículo direito ou esquerdo com estenose pulmonar e hipoplasia de um dos ventrículos. A septostomia atrial por balão introduzido por Rashkind e Miller praticamente suplantou a septectomia cirúrgica nos recém-nascidos.
- d) *Redução do trabalho ventricular através da anastomose cavopulmonar (cirurgia de Glenn)*: tem como objetivo divergir o sangue da veia cava superior para as artérias pulmonares com preservação da continuidade entre as artérias pulmonares direita e esquerda. Desta forma, aproximadamente um terço do retorno venoso sistêmico é drenado diretamente para o pulmão, sem passar pelo coração, minimizando o trabalho ventricular. Este procedimento tem sido realizado em pacientes com atresia tricúspide e hipoplasia de ventrículo direito. Este procedimento precede a cirurgia de Fontan reduzindo a sua mortalidade.
- e) *Cirurgia de conexão cavopulmonar total (cirurgia de Fontan)*: esta cirurgia tem como objetivo conectar a veia cava inferior na artéria pulmonar, separando-se a circulação sistêmica e pulmonar e colocada em série sem a interposição de um ventrículo normal. Nesta cirurgia a circulação é caracterizada por apresentar fluxo pulmonar passivo.
- f) *Cirurgia de Norwood*: a reconstrução paliativa estagiada descrita por Norwood *et al.*, em 1983, vem sendo utilizada crescentemente como alternativa cirúrgica em crianças com síndrome da hipoplasia do ventrículo esquerdo. O procedimento envolve a criação de uma ampla comunicação entre o ventrículo direito sistêmico através do tronco da artéria pulmonar e a aorta descendente e arco aórtico reconstruídos e o estabelecimento de fonte controlada de fluxo pulmonar por meio de uma anastomose sistêmico-pulmonar. Esta cirurgia permite com que a criança tenha condições hemodinâmicas para ser submetida aos próximos estágios que é a cirurgia de Glenn e em seguida a cirurgia de Fontan.
- Cirurgias corretivas ou definitivas: Com a intervenção cirúrgica corretiva precoce se obteve a cura de anomalias

congenitas anteriormente citadas como graves como a transposição de grandes artérias e a tetralogia de Fallot, já no período neonatal [10].

Acompanhado a este fato, observou-se redução progressiva de mortalidade pós-operatória e, como consequência, há um número maior de adolescentes e adultos com anomalias congênitas [3].

Desta forma, a prevenção, o diagnóstico, a monitorização e o tratamento destas cardiopatias devem ser realizados independentemente da idade do paciente, envolvendo equipes de médicos clínicos e cirurgiões, tanto pediátricos quanto adultos.

Podemos dividir a cirurgia cardíaca corretiva em cirurgias extracardíacas e intracardíacas, sendo citadas as principais cardiopatias e respectivas correções cirúrgicas. A maioria das cirurgias intracardíacas é realizada com a utilização de CEC, hipotermia e proteção miocárdica [13,14].

Cirurgias extracardíacas

- *Persistência do canal arterial (PCA)*: A PCA é uma das formas mais comuns de cardiopatia congênita. De modo geral é assintomática. Somente pacientes com PCA de grande calibre podem evoluir com insuficiência cardíaca, hipodesenvolvimento e infecção pulmonar de repetição. Pode estar associada às cardiopatias congênitas cianóticas (nesses casos a PCA é benéfica, pois a diminuição do fluxo na artéria pulmonar é compensada pelo *shunt* esquerda-direita do canal) e às cardiopatias congênitas acianóticas (nesses casos a PCA aumenta a sobrecarga cardíaca dos pacientes). O tratamento da PCA é cirúrgico no qual se realiza a ligadura e secção do canal arterial, salvo algumas situações especiais. A idade ideal para correção cirúrgica é entre os 6 e 24 meses.
- *Coarctação de aorta*: É caracterizada pelo estreitamento da artéria entre o arco aórtico e a aorta descendente, causando diminuição do fluxo sanguíneo sistêmico a partir da estenose do vaso. Seu diagnóstico é, geralmente, feito na infância e os principais achados clínicos no paciente adulto são a hipertensão arterial sistêmica, diferença entre a amplitude dos pulsos e da pressão arterial entre os membros superiores e inferiores. O objetivo do tratamento cirúrgico é corrigir a obstrução no nível da região estenosada com o mínimo risco de reestenose com anastomose término-terminal, ou a interposição de um enxerto tubular ou ainda com angioplastia percutânea por balão.
- *Interrupção de arco aórtico*: Cardiopatia complexa, com alto índice de mortalidade e frequentemente acompanhada de outras anomalias. A cirurgia se baseia na anastomose da região de interrupção do arco aórtico e envolve durante o seu procedimento a circulação extracorpórea (CEC) com hipotermia profunda e parada circulatória ou baixo fluxo de perfusão.

Cirurgias intracardíacas

- *Defeitos do septo interatrial (CIA)*: é causado habitualmente por fechamento incompleto da parede entre os átrios direito e esquerdo durante o desenvolvimento embrionário. Podem ser classificados em vários tipos: forame oval patente, *ostium secundum* (tipo fossa oval), seio venoso (tipo veia cava superior) e seio coronário. Na infância os sintomas podem passar despercebidos, mas com o decorrer dos anos complicações como disritmias ou hipertensão pulmonar podem surgir. No exame físico, a pessoa com CIA pode apresentar sopro cardíaco claramente audível. A correção cirúrgica da CIA (atriosseptoplastia) pode ser necessária, especialmente se o paciente tem sintomas secundários ao desvio de sangue entre as câmaras cardíacas.
- *Defeitos do septo ventricular (CIV)*: É a presença de comunicação entre os ventrículos. Morfologicamente são classificados em vários tipos: perimembranoso (80% dos casos), via de saída (5-7%), via de entrada (5-8%) e muscular (5-20%). Como na CIA, a repercussão clínica da CIV depende do tamanho dessa abertura, o tempo de evolução da patologia e a presença ou não de outras anormalidades cardíacas e pulmonares concomitantes. A presença de hipertensão pulmonar agrava o quadro e pode inclusive limitar a eficácia do tratamento cirúrgico (ventriculoseptoplastia).
- *Defeito do septo atrioventricular*: defeito cardíaco que se caracteriza por grande comunicação entre átrios e ventrículos e valva átrio-ventricular única. Pode ser na forma total, valva atrioventricular comum e grandes comunicações intercavitárias, muitas vezes associada à Síndrome de Down ou na forma parcial, com conexão incompleta entre as cúspides superior e inferior esquerdas, com CIA presente e CIV ausente. A indicação cirúrgica na forma total é precoce, nos primeiros seis meses de vida e consiste na identificação e fechamento da CIV e CIA e na definição e separação da valva atrioventricular única em duas valvas direita e esquerda. Na forma parcial, a hipertensão pulmonar encontra-se geralmente ausente e a intervenção pode ser realizada eletivamente após o primeiro ano de vida. A bandagem do tronco pulmonar, como cirurgia paliativa, somente é realizada na presença de importante repercussão ventricular.
- *Atresia tricúspide*: malformação complexa, caracterizada pela ausência de comunicação atrioventricular direita (ausência da válvula tricúspide), associada a CIA, graus variáveis de hipodesenvolvimento do ventrículo direito e comunicação entre as circulações sistêmica e pulmonar, por meio de uma CIV. A indicação cirúrgica encontra-se relacionada à magnitude do fluxo sanguíneo pulmonar, variando a técnica de acordo com a idade do paciente. Geralmente os pacientes evoluem com hipertensão pulmonar. Pacientes com fluxo pulmonar reduzido que necessitem de cirurgia antes dos seis meses de idade são submetidos à

- anastomose sistêmico-pulmonar. Em idades mais avançadas realiza-se a cirurgia cavopulmonar bidirecional ou total.
- *Drenagem anômala de veias pulmonares*: é uma malformação do retorno venoso pulmonar em que as veias pulmonares estão direta ou indiretamente ligadas ao átrio direito, associada a um desvio esquerda-direita para permitir que o retorno venoso pulmonar atinja a circulação sistêmica. A sua mortalidade é elevada quando não corrigida precocemente e aqueles que sobrevivem podem evoluir com quadro de hiperfluxo pulmonar e hipertensão pulmonar importante contraindicando o procedimento cirúrgico
 - *Anomalia de Ebstein*: caracterizada por malformação da valva tricúspide e tem consequências funcionais variáveis, de acordo com a gravidade da malformação. A indicação cirúrgica está relacionada ao grau de insuficiência, à presença de cianose, à presença de arritmias paroxísticas e à insuficiência cardíaca. O defeito valvar é corrigido através de plastias e ou substituição valvar.
 - *Tetralogia de Fallot*: caracteriza-se pelo hipodesenvolvimento do infundíbulo do ventrículo direito com deslocamento do septo infundibular, produzindo estenose ou atresia da via de saída do ventrículo direito e comunicação interventricular. Em sua descrição original, são descritos como elementos básicos, a estenose pulmonar, a dextroposição da aorta, a comunicação interventricular e a hipertrofia do ventrículo direito. A indicação cirúrgica e a técnica de abordagem dependem das inúmeras variáveis anatômicas e clínicas. Os procedimentos definitivos mais realizados são a ventriculoseptoplastia e a ampliação de via de saída de ventrículo direito.
 - *Dupla via de saída do ventrículo direito*: na sua definição clássica, caracteriza-se como malformação cardíaca na qual ambos os vasos da base se originam totalmente do ventrículo direito, ou em sua maior parte (50%). Geralmente associa-se à CIV. A indicação cirúrgica varia de acordo com o espectro da malformação, sendo optado por cirurgias paliativas como Blalock-Tausig e Bandagem do tronco pulmonar e cirurgias corretivas como a o fechamento da CIV com retalho em forma de túnel intraventricular conectando o ventrículo esquerdo à aorta e a Cirurgia de Rastelli que é a interposição de tubo extraventricular entre o ventrículo direito e a artéria pulmonar.
 - *Transposição das Grandes Artérias (TGA)*: má-formação, que representa 8-10% do total das cardiopatias congênicas, caracterizada pela presença de conexão atrioventricular concordante e conexão ventrículo-arterial discordante: a aorta se origina do ventrículo direito e o tronco pulmonar do ventrículo esquerdo. O tratamento de emergência consiste em estabelecer mistura adequada, obtida pela atrioseptostomia por cateter-balão (Técnica de Rashkind). No período neonatal até aproximadamente um mês, a correção anatômica pela Operação de Jatene, que é a operação no plano arterial, com redirecionamento sanguíneo no nível dos grandes vasos, é a técnica de escolha. A correção no plano atrial, também conhecida como operação de redirecionamento, pelas técnicas de Senning e Mustard, criando-se túneis intracardiácos, redirecionando, respectivamente, o retorno venoso sistêmico para VE (AP), e o retorno venoso pulmonar para o VD (Aorta) passou a ser empregada em crianças maiores. Em pacientes com TGA associada a CIV e obstrução da via de saída do VE é utilizada a cirurgia de Rastelli. A técnica consiste no fechamento da CIV, de forma que o sangue é direcionado para Aorta e na conexão do VD com a AP, pelo tubo valvulado externo.
 - *Ventrículo único*: refere-se às anomalias cardíacas nas quais há uma única câmara ventricular funcional de onde se originam os vasos de base. Pode decorrer devido à falha da septação ventricular ou hipoplasia de um dos ventrículos. A indicação cirúrgica é precoce nos pacientes sem estenose pulmonar associada, e nos pacientes com estenose pulmonar associada. O tratamento cirúrgico consiste de procedimentos paliativos como a bandagem do tronco pulmonar com objetivo posterior de realizar a cirurgia cavopulmonar total.
 - *Hipoplasia do coração esquerdo*: é uma doença na qual o ventrículo esquerdo e a aorta apresentam graus variados de hipoplasia. Vem sempre acompanhada de estenose ou atresia da valva mitral e/ou aórtica. Atualmente, existem duas formas de tratamento que são o transplante cardíaco neonatal e a reconstrução paliativa estagiada descrita por Norwood *et al.* em 1983. O transplante cardíaco tem importantes limitações, que são a pequena disponibilidade de doadores compatíveis e os efeitos colaterais adversos da imunossupressão a longo prazo. Assim sendo, a operação de Norwood vem sendo utilizada crescentemente. O primeiro estágio corresponde à cirurgia de Norwood. Em seguida, é realizada a cirurgia de Glenn. O terceiro estágio é completado com a operação de Fontan com derivação cavopulmonar total, com direcionamento do fluxo da veia cava inferior para o pulmão, concluindo o tratamento cirúrgico.
 - *Tronco arterial comum*: caracteriza-se por uma grande artéria única que deixa a base do coração e de onde se origina as circulações coronariana, sistêmica e pulmonar e normalmente associada a uma CIV. O tratamento cirúrgico deve ser o mais precoce possível devido a alta mortalidade e consiste no fechamento da CIV, divisão das artérias pulmonares do tronco comum e restabelecimento da conexão entre o ventrículo direito e as artérias pulmonares.
 - *Origem anômala de artéria coronária*: Representa uma das causas mais comuns de isquemia e infarto do miocárdio em crianças, uma vez que a artéria coronária esquerda origina-se da artéria pulmonar. A criança pode desenvolver áreas de múltiplos infartos, fibroses e evoluir com insuficiência cardíaca nos primeiros meses de vida. O tratamento cirúrgico consiste na reconstituição das coronárias originando da aorta.

Pós-operatório imediato em cirurgia cardíaca

Para acompanhar todo o resultado até aqui estabelecido, é de fundamental importância a continuidade de informações entre toda a equipe para evitar as possíveis complicações decorrentes da cirurgia permitindo adequar à melhor conduta pós-operatória.

Na experiência da unidade de terapia intensiva cirúrgica do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor - HCF-MUSP) estes pacientes são admitidos, logo após a cirurgia, e, neste momento, é de fundamental importância receber as informações do momento intraoperatório, tais como:

- diagnóstico da cardiopatia encontrada: em algumas situações o diagnóstico no pré-operatório pode não coincidir com a cardiopatia no intraoperatório, embora venha sendo minimizado cada vez mais pela evolução das técnicas diagnósticas [2];
- procedimento cirúrgico realizado: paliativa ou corretiva [2];
- tipo de anestésicos [2], dificuldades de intubação orotraqueal, dificuldades ventilatórias;
- tempo de cirurgia: quanto maior o tempo maiores riscos de apresentar alterações metabólicas e hormonais [2];
- tempo em circulação extracorpórea (CEC): embora sua aplicabilidade seja fundamental, ela não está livre de riscos e complicações como uso da hemodiluição, a ocorrência de coagulopatias, retenção hídrica, a hipotermia podendo levar a hipóxia tecidual e acidose láctica, e o risco da síndrome da resposta inflamatória sistêmica que ocorre com o aumento da permeabilidade vascular devido a lesão endotelial por exposição sanguínea a componente não-endotelial [2];
- uso de hemoderivados e drogas vasoativas [1];
- intercorrências intraoperatórias como parada cardiorrespiratória, lesões do miocárdio e das grandes artérias [1];
- impossibilidade de fechar o esterno: em algumas situações, devido a instabilidade hemodinâmica, muitas vezes, devido a tempo de CEC prolongado, é necessário a manutenção do esterno aberto até a estabilidade do quadro, e nestas situações deve se ter atenção especial devido a instabilidade torácica [1].

Uma vez admitido realiza-se a monitorização da criança, tanto parâmetros hemodinâmicos quanto respiratório, urinário, gástrico e de temperatura; o controle dos exames laboratoriais e de adequação das drogas [1].

Em relação ao sistema respiratório, a maioria das crianças que são encaminhadas à unidade de terapia intensiva chega com intubação orotraqueal. Em algumas cirurgias como a correção de PCA e CIA e com estabilização hemodinâmica a extubação pode ser realizada ainda em sala operatória. Uma vez intubada a criança é conectada a ventilador mecânico e os parâmetros ventilatórios ajustados de acordo com a idade

e a gasometria arterial [1]. Deve ser levado em conta o tipo de cirurgia, sendo a definitiva com saturação de oxigênio acima de 90% e cirurgia paliativa com a mesma saturação acima de 70%. Em relação à capnografia espera-se pressão de dióxido de carbono em torno de 35 a 45 mmHg. A microatelectasia pode ser evitada com instituição de pressão expiratória final em vias aéreas (PEEP) em torno de 4 - 5cmH₂O. O uso de óxido nítrico (NO) acoplado ao ventilador mecânico pode ser uma alternativa para as crianças com sinais de hipertensão pulmonar [2]. O NO inalatório promove vasodilatação seletiva apenas das regiões ventiladas, melhorando a relação ventilação-perfusão, e conseqüentemente a oxigenação, reduzindo a pressão arterial pulmonar [16].

A expansibilidade torácica, bem como a ausculta e o volume exalado devem ser avaliados para instituir a melhor pressão aplicada ao sistema respiratório da criança. Em algumas cirurgias como a de Glenn e de Fontan, onde é realizada a anastomose direta das veias cavas na artéria pulmonar, o fluxo sanguíneo pulmonar ocorre em função da diferença de pressão entre a circulação sistêmica e pulmonar, e, portanto, deve ser utilizada pressão intratorácica de forma criteriosa e menor possível para evitar repercussões hemodinâmicas [17]. Outra particularidade é a cirurgia de Norwood, que, para a adaptação hemodinâmica, são utilizadas baixas concentrações de oxigênio para provocar vasoconstrição pulmonar e, assim, aumentar a resistência vascular pulmonar permitindo a melhor distribuição do fluxo sanguíneo sistêmico e pulmonar [18].

O comprometimento da função renal é outro ponto a ser considerado no período pós-operatório. A sua incidência varia de 2 a 10% e tem maior prevalência nas cardiopatias cianogênicas. O tempo de CEC, bem como o tempo de cirurgia prolongado, além de uso de drogas nefrotóxicas, são alguns dos fatores de risco associados à disfunção renal. A medida terapêutica diante de insuficiência renal aguda baseia-se na manutenção do débito cardíaco, instituição de drogas que estimulem a diurese, bem como outros procedimentos como a diálise peritoneal e a hemodiálise por ultrafiltração [1,19].

Assim como em cirurgia cardíaca em adulto, as crianças não estão livres de apresentarem complicações neurológicas. Os eventos estão diretamente relacionados ao tempo de cirurgia, intercorrências operatórias e alterações hidroeletrólíticas e metabólicas. Dentre as manifestações mais comuns podem ser citadas as agitações psicomotoras e as crises convulsivas em diferentes graus. A conduta frente às manifestações neurológicas baseia-se em manobras que visam reduzir o risco de edema cerebral, associada à manutenção de boa oxigenação cerebral e investigação e correção dos fatores causadores deste distúrbio [1].

Fisioterapia respiratória

A atuação fisioterapêutica hospitalar em pediatria se faz necessária nos cuidados pré e pós-operatória das crianças com cardiopatias congênitas.

Pacientes com cardiopatias complexas podem apresentar comprometimento da função pulmonar relacionado à hipoplasia pulmonar, doença pulmonar restritiva, alterações posturais, como a escoliose, ou ainda paralisia diafragmática secundária a lesão do nervo frênico [17].

O objetivo principal é otimizar a função respiratória e, desta forma, facilitar as trocas gasosas, adequar a relação ventilação-perfusão, mantendo as vias aéreas pérvias, prevenindo as complicações respiratórias além de eleger o suporte ventilatório mais adequado para determinada situação.

Fisioterapia no pré-operatório

No período pré-operatório, é de fundamental importância o conhecimento e a avaliação das repercussões respiratórias das cardiopatias.

Algumas cardiopatias com hiperfluxo pulmonar, frequentemente, cursam com sinais de hipersecreção pulmonar, desconforto respiratório e quadro de congestão pulmonar. Em outras situações as crianças podem apresentar baixa imunidade pelo seu hipodesenvolvimento e apresentar infecções pulmonares ou de vias aéreas superiores, contraindicando o procedimento cirúrgico [7].

A atuação fisioterapêutica inicia-se por avaliação completa da criança, desde o conhecimento do seu histórico por meio do levantamento dos registros em seu prontuário, bem como uma entrevista dos pais/cuidadores e, principalmente, pela aplicação de propedêutica adequada, por meio de inspeção, palpação, ausculta pulmonar, além da correta interpretação dos exames complementares para identificar e traçar as condutas apropriadas. Mais recentemente, para a população pediátrica, com a finalidade de avaliar a função cardiovascular global, incluindo a capacidade física, estão sendo propostos testes de exercícios, como, por exemplo, o Teste de Caminhada de 6-minutos, mostrando-se importante marcador de estratificação prognóstica para a mortalidade dos pacientes [20,21].

Deve se evitar as descompensações hemodinâmicas e diminuir o gasto metabólico e, desta forma, a fisioterapia ser aplicada somente em casos claramente indicados.

Existem relatos de que a aplicação inadvertida da fisioterapia pode induzir ao broncoespasmo, aumentar a hipertensão pulmonar e piorar os parâmetros fisiológicos como a frequência cardíaca, respiratória e a oxigenação [22].

Uma vez realizada a avaliação é traçada a conduta fisioterapêutica objetivando a promoção da higiene brônquica, a melhora do trabalho respiratório e a otimização da oxigenação propiciando a criança apta para o procedimento cirúrgico.

Fisioterapia no pós-operatório

As crianças no pós-operatório estão mais predispostas a desenvolverem insuficiência respiratória por causa do baixo desenvolvimento muscular da caixa torácica, das alterações

da complacência torácica e, principalmente, pulmonar e da deficiente estabilização da ventilação colateral.

A fisioterapia deve ser iniciada logo após o término da cirurgia, com especial atenção a instabilidade hemodinâmica e sangramentos significativos [1].

É de fundamental importância o conhecimento do procedimento cirúrgico, das intercorrências no intraoperatório e a evolução natural do pós-operatório para que o fisioterapeuta possa tomar a sua decisão desde a escolha da forma de ventilação da criança e toda a sua conduta no pós-operatório.

Na admissão da criança na unidade pós-operatória deve se ajustar inicialmente os seguintes parâmetros ventilatórios [23]:

Pico de pressão inspiratória (PPI):	20 cm H ₂ O
Tempo inspiratório (Ti):	De acordo com a idade (Tabela 1)
Frequência respiratória (f):	De acordo com a idade (Tabela 1)
Pressão expiratória positiva final (PEEP):	5 cm H ₂ O
Volume corrente exalado (VC _{ex}):	8 a 10 ml/kg
Fração inspirada de oxigênio (FiO ₂):	0,6

Tabela I - Parâmetros da ventilação mecânica de acordo com a idade.

Idade	Tempo inspira- tório (s)	Frequência res- piratória (rpm)
RN - 3 m	0,5 - 0,7	22 - 25
3 m - 1 a	0,8 - 0,9	20
1 - 4 a	0,9 - 1,0	20
5 - 7 a (40 kg)	1,1	20
7 - 10 a	1,2	18
10 - 15 a	1,4	15
15a	1,5	12 - 14

Fonte: Manual de Rotinas do Serviço de Fisioterapia do Instituto do Coração [23].

Em seguida, realiza-se a avaliação fisioterapêutica à beira do leito por meio da ausculta pulmonar, para avaliação da ventilação pulmonar bilateral; avaliar a expansão pulmonar e readequar os parâmetros ventilatórios e monitorizar a oxigenação periférica com oxímetro de pulso.

Lembrar que as pressões utilizadas devem sempre considerar a hemodinâmica da criança, evitando repercussões negativas sobre a mesma.

Em seguida procede-se a avaliação radiológica para observar a integridade do parênquima pulmonar e do espaço pleural, bem como o posicionamento adequado da cânula orotraqueal.

A avaliação gasométrica permite a adequação dos parâmetros ventilatórios até o desmame completo e a extubação. Deve ser lembrado que os vasos pulmonares são sensíveis às alterações hipercápnicas e hipóxica podendo causar ou aumen-

tar a hipertensão pulmonar levando a redução da oxigenação e a descompensação hemodinâmica.

Algumas particularidades, no que diz respeito a cuidados que devemos ter em relação à ventilação mecânica, são importantes e devem ser lembradas [23]:

- 1) É de fundamental importância a umidificação dos gases para prevenção da formação de tampões mucosos, uma vez que, além da existência da via aérea artificial, aumenta significativamente a resistência da via aérea da criança;
- 2) Após procedimentos paliativos e persistindo *shunt* direita-esquerda, espera-se saturação de oxigênio entre 75 a 80%, o que corresponde PaO_2 de aproximadamente 40 - 50mmHg;
- 3) Nos pacientes submetidos a cirurgia de Fontan e Glenn, o fluxo pulmonar depende da Pressão Venosa Central (PVC), que deve ser sempre mantida em valores supranormais (15 - 18mmHg). Para isso devem ser ventilados objetivando menor pressão intratorácica por meio de menor pressão de pico inspiratória, menor tempo inspiratório, maior frequência respiratória e menor PEEP e a extubação precoce;
- 4) Crianças submetidas às correções mais complexas se beneficiam permanecendo sedadas e intubadas por 24 horas ou mais;
- 5) Crianças submetidas à cirurgia de Norwood devem ser ventiladas com FiO_2 reduzida e permitir PaCO_2 discretamente aumentada a fim de se evitar a vasodilatação pulmonar importante e consequente desequilíbrio de fluxo sanguíneo sistêmico. O desmame deverá ser lento, principalmente pela instabilidade hemodinâmica;
- 6) Crianças com hipertensão pulmonar ou que se beneficiam com baixa resistência vascular pulmonar devem ser mantidas sedadas, hiperventiladas evitando-se a hipoxemia, a hipercapnia e a acidose respiratória e, se necessário, administrar óxido nítrico.

Técnicas fisioterapêuticas na criança sob ventilação mecânica

Durante a ventilação mecânica os procedimentos fisioterapêuticos objetivam a manutenção e a promoção da higiene brônquica, a reversão de possíveis atelectasias, além do desmame protocolado para uma extubação segura às crianças. Em casos de ventilação mecânica prolongada, inicia-se também a estimulação motora, desde que este procedimento não interfira na hemodinâmica das mesmas.

As manobras mais frequentemente utilizadas são:

- 1) Vibrocompressão torácica: por meio da compressão e movimentos oscilatório das mãos sobre o tórax, provocam aumento do fluxo expiratório e tixotropismo favorecendo a remoção de secreção (vibração de 13 Hz e compressão de 1 a 3 Hz) [24];
- 2) Insuflação pulmonar manual com vibrocompressão torácica (*Bag squeezing*): consiste na hiperinsuflação pulmonar

por meio de bolsa de distensão manual (AMBU e/ou baraca), conectado a fonte de oxigênio, fornecendo fluxo de ar turbulento, realizando a hiperventilação manual associado ao movimento de vibrocompressão torácica na fase expiratória;

- 3) Aspição endotraqueal: remoção de secreção por meio da aplicação de pressão negativa. Deve ser realizada a hiperventilação ou a hiperoxigenação prévia. O procedimento deve ser asséptico e se necessário instilar soro fisiológico para facilitar a fluidificação e a remoção da secreção.

Após a estabilização do quadro hemodinâmico inicia-se o processo de desmame e associado ainda ao adequado nível de consciência e bom padrão ventilatório procede-se a extubação.

Após a extubação, deve-se fornecer oxigênio umidificado por cateter de oxigênio e titular e monitorizar a oxigenação com oxímetro de pulso e gasometria.

Uma das complicações frequentes logo após a extubação é a obstrução das vias aéreas por edema subglótico. Uma vez identificada, pode ser administrada inalação com adrenalina (discutida com a equipe médica), e em caso de edema subglótico por intubação prolongada, pode ser instituído tratamento com corticóide.

Os procedimentos fisioterapêuticos mais frequentes após a extubação baseiam-se nas técnicas de remoção de secreção brônquica e técnicas de reexpansão pulmonar:

- 1) Inaloterapia ou aerossolterapia: terapia que se utiliza a via inalatória para o tratamento e prevenção de doenças de vias aéreas superiores. Tem como objetivo facilitar a fluidificação de secreções com administração de solução fisiológica, além de ser uma via de administração de medicamentos [24];
- 2) Vibrocompressão torácica: como descrito acima;
- 3) Expiração lenta prolongada (ELPr): técnica passiva de auxílio à expiração obtida por meio de pressão manual torácica externa, lenta, iniciada no final de uma expiração espontânea e realizada até o volume residual. Tem como objetivo obter volume expiratório maior que de uma expiração normal, melhorando a desinsuflação pulmonar, evitando o estreitamento brônquico observados nas técnicas de expiração forçada [24];
- 4) Desobstrução rinofaríngea retrógrada: tem como objetivo promover a limpeza das secreções localizadas na região rinofaríngea utilizando-se o reflexo inspiratório de Hering-Brauer após expiração lenta e prolongada. A técnica consiste em fechar a boca do bebê ao final da expiração prolongada, realizada com apoio manual torácico, forçando uma inspiração pelo nariz [25];
- 5) Aumento do fluxo expiratório (AFE): técnica de esvaziamento passivo das secreções por aumento do fluxo expiratório e apoio abdominal. Tem como objetivo trazer as secreções da periferia pulmonar para coletá-las nos brônquios ou na traqueia pelo movimento toracoabdo-

minal sincronizado, na fase expiratória, criado pelas mãos do fisioterapeuta modulando o volume corrente que se pretende mobilizar [24];

- 6) Aspiração nasotraqueal: Tem como objetivo estimular a tosse e retirar secreções brônquicas, realizadas após as manobras de higiene brônquica em crianças que não apresentam tosse eficaz e conseqüentemente não conseguem eliminar as secreções pulmonares; deve se administrar oxigênio durante todo o procedimento [26];
- 7) Insuflação pulmonar manual com máscara facial: consiste na hiperinsuflação pulmonar por meio de uma bolsa de distensão manual (AMBU), conectado a rede de oxigênio, a qual é acoplada máscara facial, na face da criança. Tem como objetivo manter volumes e capacidades pulmonares, pela hiperinsuflação, e favorecer a eliminação de secreções brônquicas, pelo aumento do fluxo expiratório quando associado à vibrocompressão torácica. A técnica deve ser realizada com dois fisioterapeutas e não deve ser realizada em casos de fístulas ou pneumotórax [27];
- 8) CPAP nasal: proporciona a manutenção de pressão positiva durante todo o ciclo respiratório. Seu principal objetivo é a melhora da hipoxemia pelo aumento da capacidade residual funcional e da capacidade vital. Está indicado em crianças com desconforto respiratório de várias origens: hipoxemia, quadro congestivo, atelectasia e disfunção do nervo frênico. O sistema é aplicado por meio de ventilador mecânico na modalidade CPAP ou espontânea, acoplado a criança por meio de pronga nasal e deve ser iniciado com CPAP de 5 a 6 cmH₂O, com fluxo suficiente para manter a pressão adequada e FiO₂ necessária para manter PaO₂ desejada. Deve se dar especial atenção e cuidados quanto à agitação e não adaptação da criança, hipersecreção pulmonar, necrose nasal, obstrução nasal, distensão gástrica, hipercapnia e hipoventilação e alterações hemodinâmicas [27].

Em crianças maiores utiliza-se outras técnicas classicamente conhecidas por seu uso em pacientes adultos como a técnica de expiração forçada (TEF), expiração lenta total com a glote aberta em decúbito lateral (ELTGOL), exercícios respiratórios, ciclo ativo da respiração, drenagem autógena, Flutter[®], inspirômetro de incentivo, respiração por pressão positiva intermitente (RPPI) e ventilação não invasiva por meio de BIPAP[®] (ventilação com pressão positiva com dois níveis pressóricos).

Uma vez a criança estabilizada e sem uso de drogas vasoativas, é encaminhada para a enfermaria onde se dá a continuidade dos cuidados no pós-operatório até a sua alta hospitalar.

Fisioterapia e estimulação motora

Além da atuação no sistema respiratório, a fisioterapia também tem a sua atuação reconhecida no campo do desenvolvimento motor e lesões neurológicas, objetivando

identificar o atraso no desenvolvimento das capacidades neuropsicomotora, muito comum em crianças com cardiopatias, e diminuir o seu impacto por meio de estimulações do seu desenvolvimento.

A lesão cerebral é uma das complicações mais significativas em cirurgias de cardiopatias congênitas. Quanto menor a criança, maiores são os riscos de lesão cerebral por causa da vulnerabilidade de seus órgãos frente às mudanças agudas de alterações de perfusão e oxigenação. Snookes *et al.* [28] identificaram que crianças menores de seis meses de idade apresentam prejuízos no desenvolvimento cognitivo e motor, já em crianças acima de um ano, o risco de retardo no desenvolvimento motor foi maior que o cognitivo.

Frente à lesão neurológica, a fisioterapia objetiva tratamento mais precoce possível, a fim de contar-se com a maior plasticidade cerebral, evitar-se a fixação de padrões anormais, prevenir contraturas e deformidades e fornecer às crianças a maior quantidade de experiências sensoriais, que constituem estímulo ao desenvolvimento cerebral.

O conhecimento do desenvolvimento motor normal, com suas reações e reflexos, é de fundamental importância para que o melhor procedimento seja adotado.

A estimulação cognitiva e sensorial deve ser iniciada desde a internação da criança, independente do setor que ela esteja, e do uso de artefatos como o ventilador mecânico, cateteres e monitorização.

Conclusão

O aumento da sobrevivência das crianças, com o avanço tecnológico e de novos recursos, também trouxe, como consequência, o aumento do número de crianças criticamente crônicas sujeitas ao aumento da morbidade das mesmas, uma vez que os efeitos do imobilismo são proporcionais ao tempo. Além disso, a desnutrição é condição frequente em cardiopatias congênitas e deve ser respeitada limitando o gasto energético e prevenindo fadiga.

Desta forma, a fisioterapia motora lança mão de recursos como exercícios passivos, alongamentos para a manutenção de amplitude articular e prevenção de contraturas, posicionamento, quebra de padrões neurológicos, exercícios de controle cefálico e tronco, exercícios proprioceptivos, estimulação vestibular (postura e equilíbrio) além da estimulação de todos os outros campos como visual, tátil, auditiva e oral, como principais técnicas para buscar o desenvolvimento neuropsicomotor adequado das crianças.

Referências

1. Abellan DA, Gimenez SC. Peculiaridades no pós-operatório em cirurgia cardíaco-infantil. In: Auler Junior JOC, Almeida S et al. Pós-operatório de cirurgia torácica e cardiovascular. Porto Alegre: Artmed; 2004. p.266-79.
2. João PRD, Faria Junior F. Immediate post-operative care following cardiac surgery. *J Pediatr* 2003;79(supl 2):213-22.

3. Subirana MT. Congenital heart disease: present situation and future prospects. *Rev Esp Cardiol* 2005;58:1381-4.
4. Pagowska-Klimek I, Pychynska-Pokorska M, Krajewski W, Moll JJ. Predictors of long intensive care unit stay following cardiac surgery in children. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40(1):179-84.
5. Fraisse A, Bel AL, Mas B, Macrae D. Paediatric cardiac intensive care unit: current setting and organization in 2010. *Arch Cardiovasc Dis* 2010;103:546-51.
6. Ebaid M. *Cardiologia em pediatria: temas fundamentais*. São Paulo: Roca; 2000.
7. Friedman WF, Silverman N. Cardiopatia congênita no lactente e na criança. In: Braunwald E, Zipes P, Libby P, eds. *Tratado de Medicina Cardiovascular*. 6ª ed. São Paulo: Roca; 2003. p. 1551-642.
8. Afíune JY. Doença arterial pulmonar no recém-nascido. In: Guimarães JI. *Diagnóstico avaliação e tratamento da hipertensão pulmonar*. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2005. p.70-85.
9. Levine D. Diagnosis and management of pulmonary arterial hypertension: implications for respiratory care. *Respir Care* 2006;51(4):368-81.
10. Atik E. A visão atual da indicação cirúrgica das cardiopatias congênitas. *Arq Bras Cardiol* 1998;71(01):1-2.
11. Diaz G, Mesa J, Vanegas E. Detección y manejo precoz de las cardiopatías y conducta del médico ante este tipo de pacientes. In: Diaz G et al. *Cardiología Pediátrica*. Colombia: McGraw Hill; 2003. p.195-204.
12. Colafranceschi AS, Barbosa JA, Latorre R, Lino F. Cirurgias paliativas em cardiopatias congênitas. *Rev SOCERJ* 2000;13(2):83-87.
13. Jatene MB. Cardiopatia congênita acianótica com hiperfluxo pulmonar: quando indicar tratamento cirúrgico e quais as técnicas? In: Timerman A, César LAM. *Manual de Cardiologia: Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*. São Paulo: Atheneu; 2000. p.492-9.
14. Souza LCB, Salerno PR. Cardiopatia congênita cianótica com hiperfluxo pulmonar: quando indicar tratamento cirúrgico e quais as técnicas? In: Timerman A, César LAM. *Manual de Cardiologia da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*. São Paulo: Atheneu; 2000. p.517-20.
15. Croti UA, Mattos SS, Pinto Jr VC, Aiello VD. *Cardiologia e cirurgia cardiovascular pediátrica*. São Paulo: Roca; 2008.
16. Ryan A, Tobias JD. A 5-year survey of nitric oxide use in a pediatric intensive care unit. *Am J Ther* 2007;14:253-8.
17. Allan CK. Intensive care of the adult patient with congenital heart disease. *Prog Cardiovasc Dis* 2011;53:274-80.
18. Maher KO, Pizarro C, Gidding SS, Januszewska K, Malec C, Norwood WI, Murphy JD. Hemodynamic profile after the Norwood procedure with right ventricle to pulmonary artery conduit. *Circulation* 2003;108(7):782-4.
19. Romão JR, Fuzissima MG, Vidonho Junior AF, Noronha IL, Quintaes PSL, Abensur H, et al. Acute renal failure associated with cardiac surgery in infants. *Arq Bras Cardiol* 2000;75(4):318-21.
20. Reybrouck T, Mertens L. Physical performance and physical activity in grow-up congenital heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;12:498-502.
21. American thoracic society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:1111-7.
22. Wallis C, Prasad A. Who needs chest physiotherapy? Moving from anecdote to evidence. *Arch Dis Child* 1999;80:393-7.
23. *Manual de Rotinas e Procedimentos do Serviço de Fisioterapia do Instituto do Coração – InCor*. São Paulo: HCFMUSP; 2002.
24. Feltrin MIZ, Parreira VF. *Fisioterapia respiratória: Consenso de Lyon*. São Paulo: Kinèra; 2001.
25. Postiaux G. *Fisioterapia Respiratoria en el niño*. Madrid: McGraw Hill; 2001.
26. Nozawa E, Lima AO, Feltrin MIZ, Oliveira VRC, Fiss E, Ebaid M. Fisioterapia respiratória nas atelectasias lobares em neonatos e lactentes portadores de cardiopatias congênitas. *Fisioter Mov* 1996;9(1):9-19.
27. Cardoso DBS, Foronda FAK, Troster EJ. Ventilação não invasiva em pediatria: artigo de revisão. *J Pediatr* 2003;79(supl 2):161-8.
28. Snookes SH, Gunn JK, Eldridge BJ, Donath SM, Hunt RW, Galea MP, et al. A systematic review of motor and cognitive outcomes after early surgery for congenital heart disease. *Pediatrics* 2010;125:818-27.