

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

Fatores relacionados à falha no desmame ventilatório em pós-operatório de cirurgia cardíaca congênita

Andiamira Cagnoni Balestra

RIBEIRÃO PRETO
2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

Fatores relacionados à falha no desmame ventilatório em pós-operatório de cirurgia cardíaca congênita

Andiamira Cagnoni Balestra

Monografia apresentada ao programa de aprimoramento em Fisioterapia Cardio-respiratória, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Orientadores: Thalís Henrique da Silva,
Felipe Varella Ferreira.

RIBEIRÃO PRETO
2012

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEC: circulação extracorpórea

CPAP: pressão contínua das vias aéreas

FiO₂: fração inspirada de oxigênio

IO: índice de oxigenação

IMV: ventilação mandatória intermitente

IRRS: Índice de respiração rápida e superficial

MAP: pressão média das vias aéreas

PaO₂: pressão arterial de oxigênio

PE_{max}: Pressão Expiratória Máxima

PI_{max}: Pressão Inspiratória Máxima

PS: pressão de suporte

PSV: ventilação com pressão de suporte

RCF: relação carga/força

SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

SIMV: ventilação mandatória intermitente sincronizado

SpO₂: saturação periférica de oxigênio

VAPS: Volume assegurado com pressão de suporte

VM: ventilação mecânica

VSV: Ventilação com volume de suporte

RESUMO

As cardiopatias congênitas são definidas como malformações cardíacas. Na maioria dos casos, faz-se necessário o tratamento cirúrgico e geralmente, as crianças submetidas às cirurgias cardíacas vão para as unidades de terapia intensiva ainda em suporte ventilatório mecânico. O desmame deve-se iniciar rapidamente e passado o efeito do anestésico e após avaliação criteriosa é realizada a extubação, normalmente nas primeiras seis horas. A retirada abrupta ou até mesmo inadequada da prótese ventilatória de pacientes que não apresentam condições de extubação pode resultar em desequilíbrio clínico e necessidade de reintubação, os quais podem repercutir na estabilidade clínica do paciente. Nota-se elevada taxa de mortalidade em pacientes que necessitaram reintubação após falha de extubação. **Objetivo:** Analisar os fatores relacionados à falha de desmame em pós-operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. **Metodologia:** revisão bibliográfica, realizado pesquisas no banco de dados Portal da CAPES, PubMed, Scielo, priorizando artigos entre 1991 a 2012. **Resultados:** os fatores relacionados à falha de extubação em pós-operatório de cirurgia cardíaca foram: insuficiência cardíaca, uso de drogas inotrópicas em valores elevados, baixo valor de PaO₂ antes da extubação, hipertensão pulmonar pré-operatória, presença de síndrome congênita, parada circulatória intra-operatória, idade, tempo de CEC, dias prolongados de VM, SpO₂ reduzida, FiO₂ elevada, volume minuto $\leq 1,7$ mL/kg/min, PiMax ≤ 53 cmH₂O, presença de atelectasia antes da extubação. **Conclusão:** os fatores relacionados com a falha no desmame em pós operatório de cirurgia cardíaca congênita são: complicações cardíacas e pulmonares; uso de drogas inotrópicas em valores elevados; presença de síndrome congênita, idade reduzida; tempo maior de CEC. A falha de extubação aumenta o risco de mortalidade dos pacientes e poucos estudos encontraram diferença nos modos ventilatórios para realizar o desmame.

ABSTRACT

Congenital heart defects are defined as cardiac malformations. In most cases, it is necessary surgical treatment and in most cases, the children undergoing cardiac surgery go to the intensive care units still on mechanical ventilatory support. Weaning should be started quickly and passed the anesthetic and after careful evaluation is performed extubation, usually in the first six hours. Abrupt withdrawal or even inadequate ventilatory assistance for patients who do not have conditions may result in imbalance extubation and reintubation, which may impact on the patient's clinical stability. Note high mortality in patients requiring reintubation after extubation failure. **Objective:** To assess factors related to the failure of weaning in postoperative pediatric cardiac surgery. **Methodology:** literature review, conducted research in the database Portal CAPES, PubMed, SciELO, prioritizing articles from 1991 to 2012. **Results:** factors associated with extubation failure after cardiac surgery were heart failure, inotropic drugs in high values, low values of PaO₂ before extubation, preoperative pulmonary hypertension, presence of congenital syndrome, circulatory arrest intra surgery, age, time cardiopulmonary bypass, days of prolonged VM, reduced SpO₂, FiO₂, minute volume ≤ 1.7 mL / kg / min, MIP $\leq - 53$ cmH₂O, atelectasis before extubation. **Conclusion:** factors associated with weaning failure after congenital heart surgery are: cardiac and pulmonary complications, use of inotropic drugs in high values, presence of congenital syndrome, reduced age, long time of cardiopulmonary bypass. The extubation failure increases the mortality risk of patients and few studies have found differences in ventilation modes to perform weaning.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	1
RESUMO	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	9
3. METODOLOGIA	10
4. REVISÃO DA LITERATURA	11
4.1 Desmame ventilatório em pediatria	11
4.2 Fatores associados à falha no desmame ventilatório	13
4.3 Falha de extubação	15
4.4 Ventilação mecânica prolongada	17
5. RESULTADOS	19
6. DISCUSSÃO	20
7. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas são definidas como malformações cardíacas que ocorrem no período embrionário e estão associadas principalmente a fatores genéticos e a alterações cromossômicas. (OLIVEIRA et al., 2012). Além disso, são definidas também como alterações estruturais e/ou funcionais do sistema circulatório que efetuam com disfunção do fluxo de sangue (SARMENTO, 2007).

Na maioria dos casos, faz-se necessário o tratamento cirúrgico, visando, sempre que possível, a correção definitiva dos defeitos com o intuito de controlar os sintomas e melhorar a qualidade de vida dos pacientes, além de prevenir futuras disfunções (OLIVEIRA, et al., 2012). Há registros de que 50% dos casos necessitam de cirurgia ainda no 1º ano de vida (SILVA et al., 2011).

As cardiopatias congênitas são classificadas em cianogênicas e acianogênicas, de acordo com sua fisiopatologia. As acianogênicas possuem alterações hemodinâmicas que culminam por desvio de sangue das câmaras cardíacas à esquerda para as câmaras cardíacas da direita, ocasionadas por obstrução do fluxo das áreas esquerda do coração, e ainda por anomalias congênitas das artérias coronárias (SILVA et al., 2008). Já na cardiopatia cianogênica, ocorre desvio de sangue das câmaras cardíacas direita para as câmaras cardíacas à esquerda, em decorrência de lesões obstrutivas das áreas direita do coração acompanhadas de comunicação intracavitária ou as cardiopatias levam à dessaturação do fluxo sanguíneo sistêmico por mistura da circulação sistêmica com a circulação pulmonar ou por discordância da conexão ventrículo-arterial (SILVA et al., 2008) causando um *shunt* direito-esquerda (JACOBS et al., 2003).

Dentre os defeitos congênitos mais comuns encontra-se as cardiopatias que acometem cerca de 8 a 10 crianças a cada 1.000 nascidos vivos. Pesquisas estimam que, anualmente, em todo o Brasil, haja o aparecimento de aproximadamente 28 mil novos casos de cardiopatias, para os quais são necessários, no mesmo período, um valor estimado de 23 mil procedimentos cirúrgicos para correção apenas de defeitos congênitos. Tetralogia de Fallot, estenose valvar pulmonar, transposição dos grandes vasos ou das grandes

artérias, persistência do canal arterial, coarctação da aorta, comunicação interauricular ou interventricular estão entre os mais comuns que necessitam das correções. (SILVA et al., 2011)

As cardiopatias congênitas mais frequentes foram as anomalias acianóticas, tais como, comunicação interventricular, a comunicação interatrial, a persistência do canal arterial, a estenose pulmonar valvar e a coarctação da aorta, enquanto que as cianóticas mais frequentes foram a tetralogia de Fallot, a transposição dos grandes vasos da base, a atresia tricúspide e a drenagem anômala total de veias pulmonares. (MIYAGUE et al., 2003).

Na maioria dos casos, as crianças submetidas à cirurgias cardíacas vão para as unidades de terapia intensiva ainda em suporte ventilatório mecânico. O desmame deve-se iniciar rapidamente e passado o efeito do anestésico e após avaliação criteriosa é realizada a extubação, normalmente nas primeiras seis horas. Essa prática reduz as chances de algumas complicações, como pneumonias, hipertrofia de diafragma e aumento da morbidade e mortalidade. Casos mais simples e de baixo risco cirúrgico podem ter extubação ainda mais precoce. A permanência do suporte ventilatório mecânico é necessário, frequentemente, nos casos em que há doença respiratória associada, especialmente pneumonias e bronquiolites, além de edema pulmonar cardiogênico, depressão do sistema ventilatório por sedação, edema de glote e, principalmente, na presença de hipertensão pulmonar secundária. (SILVA et al., 2011).

Apesar dos avanços das técnicas cirúrgicas, como anestesia cardíaca, circulação extracorpórea, técnicas cirúrgicas e mudanças nos cuidados intensivos, a expectativa para o progresso para o desmame e conseqüentemente a extubação, variam de acordo com cada instituição. O número limitado de estudos com crianças submetidas à cirurgia cardiotorácica, a presença de grande variação anatômica de cada patologia e ao grau de complexidade de cada cirurgia, contribuem para a dificuldade na formulação de diretrizes consistentes sobre o desmame da mecânica ventilação e tempo de extubação. (MANRIQUE et al., 2007)

Para diminuir o tempo de ventilação mecânica, existem evidências que sugerem usar protocolos pré-definidos. Em contrapartida, protocolos são

demorados e de difícil implementação já que cada um é específico para a sua unidade, dificultando a aplicabilidade do mesmo, resultando em interpretação variável deste. Atualmente, os protocolos estão sendo informatizados para tentar resolver esses fatores limitantes, mas ainda não há evidências mostrando que os protocolos informatizados possam ajudar a gerenciar e desmamar pacientes adultos e crianças. (JOUVET et al., 2012).

Há relatos de diversas estratégias de desmame da ventilação precoce, indo em contrapartida, com estudos que demonstram que ainda há unidades de terapia intensiva pediátrica que preferem seguir terapêuticas mais conservadoras adiando o desmame precoce (DAVIS et al. 2004). Ainda persiste o debate entre a estratégia mais adequada para realizar o desmame e critérios de extubação seguramente. Alguns estudos mostram que recém-nascidos e lactentes submetidos a extubação precoce após cirurgia cardíaca permaneceram no ambiente hospitalar três dias a menos do que aqueles ventilados por períodos mais longos. (DAVIS et al., 2004)

Embora esteja ocorrendo avanços nos cuidados no pós-operatório de cirurgia cardíaca, muitas crianças requerem longo período em ventilação mecânica. Dentre os fatores que podem prolongar o uso de ventilação estão baixo peso corporal, estado nutricional, imaturidade funcional dos órgãos, alterações da mecânica respiratória, disfunção de múltiplos órgãos entre outros (GUPTA et al., 2012).

Falha na extubação após ventilação mecânica prolongada é comum, sendo que 22% a 28% são em bebês prematuros, de 15% a 20% de crianças em estado grave, e 10% das crianças após cirurgia cardíaca. A reintubação pode causar instabilidade hemodinâmica importante, trauma das vias respiratórias, aumento do risco de infecções nosocomiais (GUPTA et al., 2012). Além dos fatores já citados, a anestesia e determinadas cirurgias predis põem a alterações na mecânica respiratória, nos volumes pulmonares e nas trocas gasosas. Após o procedimento cirúrgico, os pacientes estão mais propensos a desenvolverem complicações respiratórias, sendo predispostos a permanecerem com suporte ventilatório por tempo prolongado (ARCÊNCIO et al., 2008).

A ventilação mecânica pode trazer efeitos colaterais se não usada corretamente, gerando complicações (JOUVET et al., 2011). Ela pode causar lesão pulmonar, decorrido por quatro mecanismos específicos: excessiva distensão regional de células e/ou tecidos causada pela aplicação de pressões ou forças que não existem durante a respiração normal; baixo volume pulmonar no final da expiração, o que causa um recrutamento e colapso repetido de unidades alveolares instáveis; desativação do surfactante pulmonar pelas oscilações impostas pelo estresse; e a elevação da interdependência entre células e tecidos vizinhos com diferentes propriedades mecânicas. Além disso, a pneumonia e atelectasia são complicações respiratórias associadas à dependência da assistência ventilatória mecânica. (ARCENCIO et al., 2008).

Felizmente, nos últimos anos, os crescentes avanços na monitoração da ventilação mecânica para auxiliar nos ajustes adequados dos parâmetros ventilatórios estão reduzindo os efeitos colaterais induzidos pelo ventilador, otimizando a interação do paciente com o mesmo. Tais adequações irão auxiliar a determinar o momento ideal para a descontinuidade do suporte ventilatório (ARCÊNCIO et al., 2008).

Os fatores relacionados ao tempo de ventilação mecânica em cirurgia cardíaca congênita estão correlacionados a fatores pré-operatórios, (relacionado principalmente ao tipo de cardiopatia), intra-operatórios (como por exemplo tempo de circulação extracorpórea, tempo de anóxia entre outros) e pós-operatórios (por exemplo: hipertensão pulmonar, cardiopatia residual, débito cardíaco baixo). As crianças que necessitam de ventilação mecânica prolongada apresentam uma pequena porcentagem de risco de falha da extubação (dez por cento), contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade dessas crianças (JOHNSTON et al., 2008)

Estudos são necessários para ressaltar os fatores relacionados a falha no desmame ventilatório para prevenir complicações e realizar uma extubação sem riscos em pós operatório de cirurgia cardíaca pediátrica, justificando essa revisão de literatura.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar os fatores relacionados à falha de desmame em pós operatório de cirurgia cardíaca pediátrica.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os fatores relacionados à falha de desmame em pediatria;
- Analisar protocolos de desmame ventilatório;
- Analisar se os protocolos de desmame auxiliam na prevenção de falha de extubação;

3. METODOLOGIA

Realizaram-se buscas sistemáticas utilizando as seguintes bases de dados: Portal da CAPES, PubMed, Scielo, no intuito de encontrar artigos científicos e revisões bibliográficas relacionados a falha de extubação em pós operatório de cirurgia cardíaca pediátrica. Os descritores utilizados para a busca dos artigos foram: “*pediatric cardiac surgery*”, “*mechanical ventilation*”, “*extubation failure*”, “*complications in ventilator supported patients*”, “*weaning pediatric*” and “*ventilator mechanical prolonged*”. Dentre as publicações, selecionaram-se as de língua portuguesa e inglesa. Foram considerados relevantes e adicionados a esta revisão os registros publicados entre 1991 e 2012, que contribuíssem para o objetivo do estudo. A busca foi realizada no período de agosto e outubro de 2012.

Os critérios de exclusão da pesquisa foram: artigos sem livre acesso ou que estivessem disponíveis apenas os resumos e ensaios clínicos não randomizados, ou os estudos que não contribuíssem com o objetivo deste trabalho.

Ao final da busca, conforme o diagrama da Figura 1, foram encontradas 83 publicações potencialmente relevantes, das quais restaram 55 por preencherem todos os critérios do rigor científico utilizados nesta revisão.

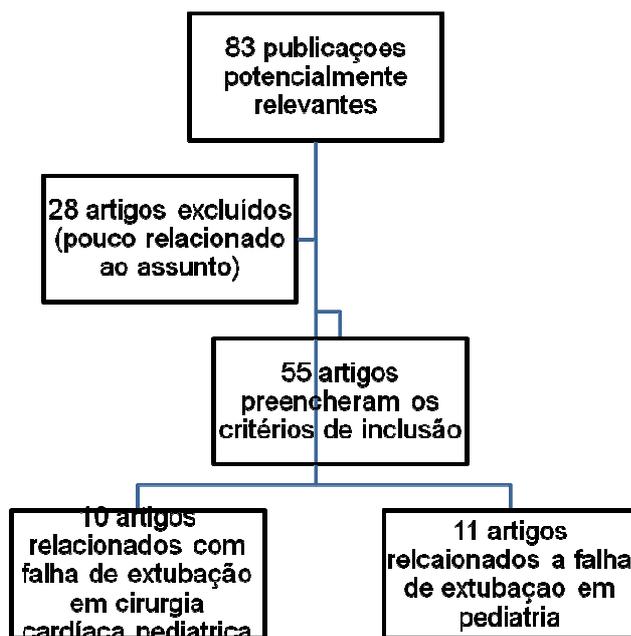


Figura 1

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 DESMAME VENTILATÓRIO EM PEDIATRIA

O desmame da ventilação mecânica (VM) é definido por transição da ventilação artificial para a espontânea (ARCÊNCIO et al., 2008). Não existe um método padrão de desmame. Há discordância em relação a quando começar o desmame e critérios objetivos que evidenciam quando o paciente possa ser extubado (retirada do tubo endotraqueal) (NEWTH et al., 2009).

A respiração espontânea é um pré-requisito para iniciar o processo de desmame e ir diminuindo o suporte ventilatório (NEWTH et al., 2009).

A sedação é um fator que pode complicar o desmame atrasando a extubação, e o seu excesso pode deprimir o comando central da respiração. A hipertensão pulmonar é outro fator que interfere no desmame, devido ao seu efeito sobre a oxigenação. Sendo assim, o suporte ventilatório mecânico e a oferta de oxigênio serão as bases do tratamento para esse fator e não devem ser retirados até que o problema seja corrigido (NEWTH et al., 2009).

A idade da criança também pode interferir no desmame; lactentes e crianças menores apresentam músculos respiratórios acessórios não tão desenvolvidos como em crianças mais velhas. Além disso, a disfunção diafragmática desenvolve-se com ventilação mecânica prolongada, podendo aumentar a duração do desmame (NEWTH et al., 2009).

Substâncias farmacológicas como os esteróides, auxiliam no sucesso do desmame, reduzindo a inflamação associada a lesões traqueais causadas pelo tubo (NEWTH et al., 2009).

São inúmeros fatores que são importantes no processo de desmame, mas há uma escassez de pesquisas nesta área. (NEWTH et al., 2009).

As crianças que realizam cirurgia cardíaca são extubadas logo após o término ou diminuição do efeito anestésico, pois o uso prolongado de ventilação mecânica pode causar pneumonias, hipertrofia do diafragma e ter aumento da morbidade e da mortalidade. Fatores como a necessidade de circulação extracorpórea (CEC) podem levar o paciente à ventilação mecânica prolongada, interferindo no processo de desmame desta criança. A retirada abrupta ou até mesmo inadequada da prótese ventilatória de pacientes que

não apresentam condições de extubação pode resultar em desequilíbrio clínico e necessidade de reintubação, os quais podem repercutir adversamente na evolução clínica do paciente (SILVA et al., 2008) Com isso, um desmame seguro é necessário para prevenir complicações e riscos.

Diversos índices têm sido desenvolvidos para prever o sucesso no desmame e na extubação. Porém, esses índices foram utilizados na maioria em pesquisa, não sendo encontrado o uso na prática clínica devido a sua complexidade e falta de estudos que comprovem o benefício do seu uso. (NEWTH et al., 2009).

Índice de respiração rápida e superficial (IRRS) criado por Yang e Tobin, foi desenvolvido para ser um bom discriminador de sucesso ou fracasso no desmame. O índice é o resultado entre a divisão da frequência respiratória sobre o volume corrente. Este teste tem sido amplamente usado na prática clínica e na investigação com resultados variáveis. Durante o desmame, o índice pode ser pensado como um teste de rastreio com alta sensibilidade e baixa especificidade, e, por conseguinte, deve ser utilizado para identificar pacientes que podem respirar espontaneamente. (NEWTH et al., 2009).

Outro índice não muito usado é a capnografia volumétrica que identifica a concentração de gás das vias aéreas relacionado ao volume expirado. A partir do seu valor, calcula-se o espaço morto fisiológico. Esse índice possui 75% de sensibilidade e 92% de especificidade em relação a fidedignidade para identificar o sucesso na extubação. (NEWTH et al., 2009). Índice de CROP é a associação de dados referentes entre a complacência, frequência respiratória, oxigenação e pressão. O valor obtido deve ser maior ou igual a 13 para predizer sucesso no desmame. (NEWTH et al., 2009).

A abordagem mais comum para o desmame em bebês e crianças é a redução gradual da suporte ventilatório. Desmame com ventilação mandatória intermitente (IMV) ou sincronizado (SIMV) ocorre através da redução dos parâmetros ventilatórios. Com a ventilação com pressão de suporte (PSV), a pressão inspiratória é definida inicialmente para prestar o auxílio necessário e, em seguida, é reduzida gradualmente. A pressão de suporte (PS) é frequentemente combinada com IMV / SIMV durante o desmame. Outros dois modos que são utilizados para o desmame são Ventilação com volume de

suporte (VSV) e Volume assegurado com pressão de suporte (VAPS) que são formas especiais de PS disponíveis em certos ventiladores que garantem um volume mínimo em cada respiração assistida. (NEWTH et al., 2009).

Ao contrário dos adultos, a extubação em lactentes e crianças ocorre na sua maioria, a partir de um baixo nível de suporte ventilatório. Em um pequeno número de pacientes, o desmame é realizado com períodos alternados de completo suporte ventilatório com respiração espontânea com assistência. Porém há pouca evidência de que essa abordagem é uma maneira eficaz de desmame. (NEWTH et al., 2009).

Uma pesquisa citada pelo estudo de MacIntyre et al. (2011), comparou a utilização de um protocolo para retirada gradual do suporte ventilatório, com um protocolo utilizando ventilação com suporte de pressão, com outro protocolo utilizando ventilação com suporte de volume, e com outro grupo que não utilizou protocolo. A pesquisa foi interrompida devido a ausência de diferenças entre os grupos relacionado ao desmame. Concluiu-se que o protocolo de retirada gradual não diminuiu significativamente a duração da ventilação mecânica em lactentes e crianças, mas que o uso de sedativo era o principal fator que afetou a duração do desmame neste estudo, já que a utilização aumentada de sedativo nas primeiras 24 horas do desmame é um preditor de falha da extubação, sendo este dado consistente com os achados em pacientes adultos.

Sucesso no desmame de ventilação com pressão positiva depende de adequada função cardiovascular, a presença de adequadas reservas ventilatórias e favorável mecânica pulmonar. (GUPTA et al., 2012).

4.2 FATORES ASSOCIADOS A FALHA NO DESMAME VENTILATÓRIO

Johnston et al. (2008) mostraram em seu estudo, que a fraqueza dos músculos respiratórios consequente ao longo do período de internação é provavelmente um dos maiores determinantes da falha na retirada da ventilação mecânica de pacientes.

A infecção também é um fator importante relacionado ao atraso no desmame da ventilação mecânica e da extubação. Além disso, a presença do

tubo traqueal por período superior a três dias aumenta de forma significativa o risco de pneumonia intra-hospitalar, determinando maior tempo de permanência hospitalar, bem como o aumento da mortalidade (JOHNSTON et al., 2008).

A insuficiência cardíaca também pode causar atraso no desmame da ventilação mecânica e na extubação. Em pacientes submetidos ao teste de respiração espontânea, uma diminuição progressiva na saturação venosa de oxigênio, ocasionada por diminuição no transporte de oxigênio e por aumento na sua extração, aumenta a taxa de falha da extubação. Uma permanência prolongada em unidade de cuidados intensivos também pode levar a complicações decorrentes do confinamento no leito e das alterações nas condições gerais, incluindo composição muscular esquelética, a resposta cardiovascular ao estresse, a desmineralização óssea, a perda proteica e a diminuição da água corpórea total. (JOHNSTON et al., 2008).

No geral, em pacientes pediátricos em processo de extubação, tem-se utilizado os índices ventilatórios (IRRS, pressão inspiratória máxima entre outros), análise dos parâmetros da ventilação mecânica e dos gases sanguíneos pré-extubação, índice de oxigenação (IO) e a pressão média das vias aéreas (MAP). Para determinar o “momento ideal” da extubação na tentativa de reduzir o tempo de desmame e realizar a extubação com maior segurança. O estudo de Johnston et al. (2008) analisou esses fatores citados, porém, apesar do estudo ter encontrado alguns resultados positivos, não conseguiu ser conclusivo, necessitando de outras pesquisas com esses fatores.

Um estudo realizado por SILVA et al. (2008) demonstrou que fatores como: dias de permanência em ventilação mecânica, saturação periférica de oxigênio reduzida e níveis elevados de fração inspirada de oxigênio relacionaram-se ao insucesso no desmame de crianças submetidas a cirurgia cardíaca, podendo-se ressaltar que esses três fatores devam ser observados durante o processo de desmame da ventilação mecânica.

4.3 FALHA DE EXTUBAÇÃO

Johnston et al (2010), definem falha de extubação como a necessidade de reintubar e restaurar a ventilação mecânica 48 horas após a extubação.

A falha de extubação é classificada em precoce, intermediária e tardia. A falha de extubação precoce é a que ocorre até seis horas após a extubação; A intermediária é aquela que ocorre de seis a 24 horas após extubação, e a falha na extubação tardia é definida como a que ocorre a partir de 24 a 48 horas de extubação (NEWTH et al., 2009).

A retirada abrupta ou até mesmo inadequada da prótese ventilatória de pacientes que não apresentam condições de extubação pode resultar em desequilíbrio clínico e necessidade de reintubação, os quais podem repercutir na estabilidade clínica do paciente (SILVA et al., 2008).

Ambas as populações pediátrica e adulto, nota-se elevada taxa de mortalidade em pacientes que necessitaram reintubação após falha de extubação. Além disso, a antecipação e o atraso na extubação aumentam a morbidade e mortalidade, bem como os custos financeiros para o hospital (JOHNSTON et al., 2008).

A literatura mostra que falha no desmame pode atrasar o processo de extubação, e está estatisticamente associada à ventilação mecânica prolongada (HARRISON et al., 2002).

As condições clínicas que servem como critérios para realizar a extubação abrangem: adequada frequência respiratória, ausência de utilização de musculatura acessória, ausência de batimentos de asa de nariz, estabilidade hemodinâmica e ausência de crises convulsivas (SILVA et al., 2008).

Manrique et al. (2007), observaram em seu estudo que os pacientes não precisam necessariamente de ventilação mecânica prolongada devido a complexidade das suas lesões ou idade no momento de sua operação. Sugerem também que a decisão de extubação dos pacientes cardíacos devem seguir os critérios utilizados para todos os pacientes da unidade de terapia intensiva, e que a extubação pode ser feita com segurança quando o estado hemodinâmico suporta as demandas metabólicas, quando apresentarem

condições favoráveis de troca gasosa, mecânica pulmonar, estado neurológico adequado e respiração espontânea.

Assim como Manrique et al. (2007), o estudo de Johnston et al (2008), também sugere que os critérios de extubação para os pacientes com cardiopatia congênita são os mesmos para qualquer outro paciente em ventilação mecânica. A criança deve apresentar-se desperta, reativa e com bom tônus muscular; com um débito cardíaco adequado (de acordo com a idade) com mínimo suporte inotrópico; PaO₂ entre 80 e 100 mmHg; com FiO₂ < 0,50% (exceto em cardiopatias cianóticas); temperatura retal 36° C; sem evidência de acidose metabólica, e não apresentar secreção abundante nas vias aéreas ou em crise convulsiva; Ainda também deve apresentar débito do dreno torácico < 1 mL/kg/h; hemostasia controlada.

Karanjia et al. (2011), demonstram que como consequências da falha de extubação, ocorrem aumento da duração da ventilação mecânica, aumento do tempo de internação em UTI, aumento da pneumonia nosocomial e aumento da mortalidade.

Os fatores associados com falha na extubação são: utilização de sedação contínua, gravidade da doença na admissão na UTI, ventilação prolongada antes da extubação, hipercapnia, balanço hídrico positivo, e condições neurológicas adversas (KARANJIA et al., 2011).

Componentes como prematuridade e necessidade de reintervenção cirúrgica são fatores de risco associada com falha de extubação e duração prolongada de intubação (MANRIQUE et al., 2007).

A falha na extubação está independentemente associada com um risco cinco vezes maior de morte em pacientes pediátricos. Por conseguinte, embora o desmame e a extubação rápida são o objetivo para se evitar complicações, a extubação antecipada pode ser letal. Fatores de risco para a falha de extubação incluem idade inferior que 24 meses de vida, condição sindrômica, desordem respiratória crônica, condição neurológica crônica, e da necessidade de substituir o tubo endotraqueal na admissão para qualquer motivo. Ao contrário de que muitos estudos mostraram, o estudo de Newth et al. (2009) , obteve como resultado que não houve relação entre a duração da ventilação mecânica e as taxas de falha de extubação.

O estudo de Gupta et al (2012), observaram que a falha na extubação em crianças após a Operação de Norwood acontece de forma tardia, podendo ocorrer até 96 horas após a extubação e não está associada com um aumento na mortalidade intra-hospitalar. Além disso, obtiveram também que os preditores independentes da falha na extubação incluem o uso de óxido nítrico após a cirurgia, os dias de aumento da ventilação mecânica antes da extubação e a presença de atelectasias antes da extubação.

Os principais fatores de risco independentes para o fracasso na extubação foram a idade mais jovem, maior tempo de CEC, gênero masculino e maior uso de inotrópico são fatores que quando associados os pacientes são menos extubados na sala de cirurgia (MITTNACHT et al, 2008).

Uma pequena porcentagem de crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca necessita de ventilação mecânica prolongada. Nesses casos, a falha de extubação é cerca de dez por cento, contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade (JOHNSTON et al., 2008).

4. 4 VENTILAÇÃO MECÂNICA PROLONGADA

Ventilação mecânica prolongada é definida pela necessidade de uso da VM por pelo menos de seis horas por dia por 21 dias consecutivos (MONTEVERDE et al., 2011).

A população pediátrica que necessita de cirurgia cardíaca apresentam fatores de risco específicos para esta classe, visto que essas apresentam geralmente cardiopatia congênita complexa, baixo peso e história de prematuridade, que são fatores de risco para a falha da extubação em Pediatria e que contribuem para o tempo prolongado de suporte ventilatório (JOHNSTON et al., 2008).

O estudo de Monteverde et al. (2011), mostraram que a taxa de mortalidade em pacientes ventilados mecanicamente por um período de tempo prolongado foi o dobro daqueles cuja ventilação mecânica não era prolongada. Além disso, o grupo em ventilação mecânica prolongada apresentou maior incidência de complicações como Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), infecções e choque séptico. O autor conclui que a identificação de

fatores de risco apresentados poderia ajudar na implementação de estratégias específicas para diminuir a morbidade e mortalidade desses pacientes.

O estudo realizado por Dimitriou et al (2002), reforça que o uso de suporte ventilatório prolongado aumenta o risco de desenvolver complicações, como infecção hospitalar, enfatizando a importância da extubação de lactentes mais rapidamente possível. No entanto, cerca de um terço dos bebês prematuros não conseguem ser extubados, isto é, que posteriormente exigem suporte ventilatório extra na forma de pressão contínua das vias aéreas (CPAP) ou são reintubados. Estes dados indicam que os critérios atualmente utilizados para indicar prontidão para o desmame e extubação são relativamente impreciso.

Estudos mostram que o atraso no processo de desmame e na extubação pode predispor ao uso da ventilação mecânica por tempo prolongado e vice-versa, o que favorece a miopatia generalizada e a atrofia diafragmática (JOHNSTON et al., 2008).

Cid et al. (2008) observaram que crianças com peso menor que sete quilos e com complicações extrapulmonares são fatores que necessitam de atenção para prever necessidade de ventilação mecânica prolongada no pós-operatório de cirurgia crianças cardíacas.

Um estudo mostrou que cada vez mais crianças em pós operatório de cirurgia cardíaca foram extubadas até 24 horas após o procedimento. Em contrapartida, nesse estudo obtiveram como resultados que uma porcentagem significativa necessitou de ventilação mecânica por mais de três dias (CID et al., 2008).

Uma pequena porcentagem de crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca necessita de ventilação mecânica prolongada. Nesses casos, a falha de extubação é cerca de dez por cento, contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade (JOHNSTON et al., 2008).

5. RESULTADOS

Abaixo na tabela 1, estão os resultados relacionados aos fatores encontrados da falha de extubação em cirurgia cardíaca pediátrica.

Insuficiência cardíaca	GUPTA et al. (2005) e HAR KEL et al. (2005)
Complicações pulmonares	GUPTA et al. (2005)
Uso de drogas inotrópicas em valores elevados	GUPTA et al. (2005) e HAR KEL et al. (2005)
Baixo valor de PaO ₂ antes da extubação	HAR KEL et al. (2005) e JOHNSTON et al. (2008)
Dias prolongados de VMI	JOHNSTON et al. (2008); GUPTA et al. (2005) e SILVA et al., (2008).
Hipertensão pulmonar pré-operatória, presença de síndrome congênita, parada circulatória intra-operatória	HARRISON et al. (2002)
Idade e tempo maior de CEC	MANRIQUE et al. (2007) e MITTNACHT et al. (2008)
Atelectasia antes da extubação	GUPTA et al. (2012)
Volume minuto $\leq 1,7$ mL/kg/min; PiMax $\leq - 53$ cmH ₂ O	JOHNSTON et al. (2008)
SpO ₂ reduzida e a FiO ₂ elevada	SILVA et al. (2008)

Tabela 1: Resultados relacionados aos fatores de falha de extubação em cirurgia cardíaca pediátrica

6. DISCUSSÃO

Johnston et al (2008), observaram em seu estudo, que a fraqueza dos músculos respiratórios consequente ao longo período de internação é provavelmente um dos maiores determinantes da falha na retirada da ventilação mecânica de pacientes. Foi observado que a idade da criança também pode interferir no desmame; Uma possível justificativa para esses achados, é que lactentes e crianças menores apresentam músculos respiratórios acessórios não tão desenvolvidos como em crianças mais velhas. Além disso, a disfunção diafragmática desenvolve-se com ventilação mecânica prolongada, podendo aumentar a duração do desmame (NEWTH et al., 2009).

Newth et al. (2009), relataram que substâncias farmacológicas como os esteróides, auxiliam no sucesso do desmame, reduzindo a inflamação associada a lesões traqueias causadas pelo tubo.

Um estudo randomizado analisou se a administração de doses de esteróides, em pacientes adultos graves, reduz ou previne a ocorrência de obstrução das vias aéreas pós-extubação. 86 pacientes que tinham sido entubados há mais de 48 horas, e que satisfaziam os critérios de desmame foram distribuídos aleatoriamente para receber o esteróide ou placebo, de seis em seis horas, para um total de quatro doses no dia anterior extubação. A incidência de estridor pós-extubação foi significativamente menor no grupo que recebeu o esteroide comparado ao grupo placebo, concluindo assim que a administração de esteroides impediu a obstrução de vias aéreas superiores e contribuíram para não ocorrer falha na extubação (ANENE et al., 1996).

Já no estudo realizado por Tellez et al. (1991), a administração de esteróides foi seis horas antes da extubação em crianças entubadas, no qual obteve como resultado falha na extubação. Vale ressaltar que o estudo que obteve sucesso na extubação começou a aplicar a droga em seus pacientes de seis a 24 horas antes da extubação, enquanto o estudo que teve insucesso, começou a droga menos de seis horas antes da extubação.

No processo de extubação em pacientes pediátricos, tem-se utilizado os índices ventilatórios (índice de respiração rápida superficial, pressão inspiratória máxima entre outros), análise dos parâmetros da ventilação mecânica e dos gases sanguíneos pré-extubação, índice de oxigenação (IO) e

a pressão média das vias aéreas (MAP) no intuito de determinar o “momento ideal” da extubação, na tentativa de reduzir o tempo de desmame e realizar a extubação com maior segurança (JOHNSTON et al., 2008).

O estudo de Johnston et al. (2008) analisaram IRRS, relação carga/força (RCF), Pressão Inspiratória Máxima (PI_{max}), Pressão Expiratória Máxima (PE_{max}), parâmetros da ventilação mecânica, gases sanguíneos antes e após a extubação e IO, em crianças no pós operatório cardíaco. Os dados foram coletados minutos antes da extubação (exceto os gases sanguíneos que foram coletados uma hora antes do procedimento). Os autores concluíram que a falha de extubação esteve correlacionado com valores alterados de IO, RCF, tempo de VM, Volume minuto, PaO₂, PI_{max}. Além disso, foi observado que os gases sanguíneos não estiveram relacionados com a falha de extubação, assim como o índice de respiração rápida e superficial.

O estudo de Eskandar e Apostolakos (2007) contradiz o achado anterior, que mostra que o IRRS é o mais recomendado em revisões sobre o desmame ventilatório em adultos, visto que valores elevados ($> 100-105 \text{ ciclos} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$) estão associados ao insucesso no desmame.

Crianças submetidas à cirurgia cardíaca podem apresentar obstrução da via aérea superior. Essa complicação pode ser decorrente de uma lesão adquirida a partir do procedimento cirúrgico ou complicações do tubo endotraqueal, podendo evoluir para edema de glote. Com a escolha adequada do tubo endotraqueal, uma pequena quantidade de ar deve escapar para prevenir isquemia da mucosa traqueal (SUOMINEN et al., 2007).

O estudo realizado por SUOMINEN et al. (2007), avaliaram se o teste de vazamento de ar é um preditor confiável para prever eventos adversos e prevenir risco de reintubação em crianças que se submeteram à cirurgia cardíaca. O teste de vazamento de ar foi realizado dentro da sala de cirurgia após intubação e repetia-se o teste antes da remoção do tubo endotraqueal. Entretanto obtiveram nesse estudo que o teste de vazamento de ar não é um preditor de riscos de eventos adversos e reintubações em crianças submetidas à cirurgia cardíaca eletiva. Esse achado reforça a necessidade de critérios de avaliação para ter sucesso no desmame, incluindo fatores como avaliação da mecânica respiratória, função cardíaca, edema de vias aéreas, nível de

sedação e analgesia, visto que esses fatores podem afetar no processo de desmame.

A literatura considera falha de extubação como a necessidade de reintubar e restaurar a ventilação mecânica 48 horas após a extubação (JOHNSTON et al., 2010). Em contrapartida, o estudo de *Gupta et al.* (2012) consideraram a falha de extubação em crianças submetidas a cirurgia de Norwood até 96 horas após a extubação, visto que 22% da sua amostra obtiveram falha de extubação em tempo variáveis, justificando a sua classificação. Os autores concluíram que as causas de falha de extubação são diversas e não estão associadas com um aumento na mortalidade intra-hospitalar. Porém, no estudo de *Newth et al.* (2009), observaram que a falha na extubação está independentemente associada com um risco cinco vezes maior de morte em pacientes pediátricos.

Em acordo com esse trabalho, o estudo de *Harkel et al.* (2005) analisaram as taxas de mortalidade em uma população pediátrica após cirurgia cardíaca. Foram estudados 184 pacientes. Em 158 pacientes, a extubação foi bem sucedida. Nove pacientes foram reintubados devido a obstrução das vias aéreas, mas posteriormente conseguiram sucesso na extubação. Dezesete pacientes foram reintubados devido a complicações cardiorrespiratórias, sendo que 11 dos 17 pacientes (65%) foram a óbito. A falha de extubação é um sinal de mau prognóstico, uma vez que observamos que taxa de mortalidade foi alta (65%).

A extubação em lactentes e crianças ocorre na sua maioria, a partir de um baixo nível de suporte ventilatório. Em um pequeno número de pacientes, o desmame é realizado com períodos alternados de completo suporte ventilatório com respiração espontânea com assistência. Porém há pouca evidência de que essa abordagem é uma maneira eficaz de desmame (NEWTH et al., 2009).

O estudo de *Randolph et al.* (2002) avaliaram a duração do tempo de desmame e a falha de extubação em crianças com doenças agudas que necessitavam de suporte ventilatório por mais de 24 horas, com diferentes protocolos. Foram utilizados três protocolos: grupo ventilado com ventilação com pressão de suporte, grupo ventilado com modo ventilação com volume de

suporte e um grupo que não seguia nenhum protocolo. Nesse estudo, observaram que taxas de falha de extubação não foram significativamente diferentes para o PSV, VSV, e o grupo com nenhum protocolo. Em relação ao tempo de desmame, não houve diferença estatisticamente significante entre os três grupos. Os autores concluem que protocolos não encurtam o processo de desmame.

Em acordo, o estudo de Carvalho e Oliveira (2003), comparou qual modo de desmame é superior, PSV ou ventilação com volume de suporte (VSV). Utilizaram para a pesquisa lactente e crianças, e ambos os métodos foram ajustados para alcançar um volume corrente de 5 a 7 ml/kg. Não houve diferença significativa entre os métodos, pois estes são semelhantes. O principal fator que afetou a duração do desmame nos estudos foi a utilização de sedativos nas primeiras 24 horas de desmame, sendo considerado um preditor de falha na extubação.

No estudo de Esteban et al (1995), avaliaram quatro técnicas de desmame em pacientes adultos, em ventilação mecânica por mais de 24 horas, devido a insuficiência respiratória; os pacientes com difícil desmame ventilatório foram incluídos no trabalho e distribuídos aleatoriamente em um dos quatro protocolos de desmame: *grupo de ventilação mandatória intermitente* (pelo menos duas vezes ao dia o valor de frequência respiratória era diminuído), *grupo com ventilação pressão de suporte* (a PS era diminuída pelo menos duas vezes ao dia, no valor de 2 a 4 cm de água), *grupo com testes de respiração espontânea intermitente* (respiração espontânea associada ao tubo T ligado a válvula de PEEP no valor de 5 cm de água. Era realizado duas vezes ao dia, permanecendo até duas horas; entre os testes, poderia voltar para a ventilação mecânica por uma hora para descanso), e *grupo com teste de respiração espontânea uma vez ao dia* (teste de respiração espontânea associado ao um tubo T e permaneciam por no máximo duas horas por dia). Todos os pacientes capazes de tolerar esses quatro protocolos, por pelo menos duas horas, sem sinais de sofrimento respiratório, foram extubados. Como resultados, obtiveram que a taxa de sucesso no desmame foi maior no protocolo de respiração espontânea uma vez ao dia do que no com ventilação mandatória intermitente ou ventilação com pressão de suporte. Não

houve diferença significativa na taxa de sucesso entre os protocolos de respiração espontânea uma vez ao dia e no protocolo de respiração espontânea intermitente. Os autores concluíram que no protocolo de respiração espontânea uma vez ao dia, levou a extubação cerca de três vezes mais rapidamente do que no protocolo de ventilação mandatória intermitente e cerca de duas vezes mais rapidamente do que na ventilação de pressão de suporte.

No estudo de Freitas e David (2006), foi avaliado se existe parâmetros que podem prever os pacientes que apresentarão sucesso no desmame da VM. Foi incluído 60 pacientes, 30 utilizaram o método com a peça T por 30 min e 30 pacientes o método PSV em um nível de 7 cmH₂O. Trinta e quatro pacientes evoluíram com sucesso e 26 com insucesso. Quinze evoluíram para óbito e 45 obtiveram alta da UTI. A proporção do método PSV no grupo com sucesso não diferiu do grupo com insucesso, mas a proporção de óbito e pneumonias foi maior no grupo com insucesso. O tempo de VM, a pressão inspiratória máxima (P_Imax) e o índice de respiração rápida superficial foram significativos para prever sucesso no desmame. A PSV esteve associada a um menor tempo de desmame.

Entretanto, o teste de respiração espontânea com tubo T é pouco utilizado em crianças, pois o tubo endotraqueal de menor calibre aumenta a resistência das vias aéreas e do espaço morto, causando um maior esforço respiratório. (MEDEIROS, J.K.B., 2011).

No estudo de Kamlin, Davis e Morley (2006), foram avaliados 50 bebês prematuros em VM com peso ao nascimento menor que 1250g. Foram extubados após três minutos de teste de respiração espontânea, sendo um grupo o desmame foi realizado por SIMV e colocado em teste através do CPAP (Pressão positiva contínua nas vias aéreas), e outro grupo que realizou o desmame em PS + PEEP. A extubação foi concluída com êxito em 39 crianças, 11 (64%) foram re-intubadas nas primeiras 24 horas. Conclui-se que o desmame com PS + PEEP apresentou melhor desempenho e menos falha de extubação. Os resultados sugerem que em prematuros três minutos é suficiente para identificar crianças aptas para extubação sem correr o risco de fadiga.

Selecionar o tempo mais apropriado para a extubação é uma das

decisões mais difíceis, pois existem várias publicações que identificam os fatores de risco para falha do desmame, contudo os critérios variam de estudo para estudo e não há na literatura protocolos validados para extubação adequados para crianças em pós-operatório de cardiopatias congênitas, colaborando para o aumento nas taxas de insucesso no desmame desses pacientes (SILVA et al., 2008).

7. CONCLUSÃO

Os fatores relacionados com a falha no desmame em pós operatório de cirurgia cardíaca congênita nos trabalhos encontrados foram: complicações cardíacas e pulmonares, uso de drogas inotrópicas em valores elevados, presença de síndrome congênita, idade reduzida, tempo maior de CEC.

A falha de extubação aumenta o risco de mortalidade dos pacientes e em poucos estudos foram encontrados diferença de modos ventilatórios para realizar o desmame.

Diversos artigos não são conclusivos em relação a protocolos que previnam falha de extubação, visto que cada estudo apresentou uma particularidade. Sugerimos mais pesquisas nessa área, principalmente relacionados a pós operatório de cirurgia cardíaca pediátrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCENCIO, L.; SOUZA, M.D.; BORTOLIN, B.S.; FERNANDES, A.C.M.; RODRIGUES, A.J.; EVORA, P.R.B.; Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardiotorácica: uma abordagem fisioterapêutico. **Rev Bras Cir Cardiovasc.** v.23, n.3, p.400-410, 2008.

ANENE, O.; MEERT, K.L.; UY, H.; Dexamethasone for the prevention of postextubation airway obstruction: a prospective, randomized, double-blind, placebo- controlled trial. **Crit Care Med.** v.24, n.10, p.1666–1669, 1996.

CARVALHO, W.B.; OLIVEIRA, N.F.; Protocolos para desmame da ventilação mecânica em pediatria. **Rev Assoc Med Bras.** v.49, n.1, p.8-9, 2003.

CID, J.L.H.; AVILESA, P.L.; VILLAESCUS, J.U.; ESCOBAR, E.C.; PERAL, J.D.C.; ALVAREZ, A.C.; CANO, J.M.; Factores de riesgo de la ventilación mecánica prolongada de niños con cirugía cardíaca. **Med Intensiva.** v.32, n.8, p.369-377, 2008.

DAVIS, S.; WORLEY, S.; MEE, R.B.B; FRACS, C.B.; HARRISON, A.M.; Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children. **Pediatr Crit Care Med,** v. 5, n. 1, 2004.

DIMITRIOU, G.; GREENOUGH, A.; ENDO, A.; CHERIAN, S.; RAFFERTY, G.F.; Prediction of extubation failure in preterm infants. **Arch Dis Child Fetal Neonatal.** v.86, p.32–35, 2002

ESKANDAR, N.; APOSTOLAKOS, M.J.; Weaning from mechanical ventilation. **Crit Care Clin.** v.23, n.2, p.263-74, 2007.

ESTEBAN, A.; FRUTOS, F.; TOBIN, M.J.; ALIA, I.; SOLSONA, J.F.; VALVERDU, I.; FERNANDES, R.; CAL, M.A.; BENITO, S.; TOMAS, R.; CARRIEDO, D.; MACIAS, S.; BLANCO, J.; A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. **The New England Journal of Medicine.** v. 332, n.6, 1995.

FREITAS, E.E.C.; DAVID C.M.N.; Avaliação do sucesso do desmame da ventilação mecânica. **Rev Bras Ter Intensiva**. v.18, n.4, p.351-359, 2006.

GUPTA, P.; MCDONALD, R.; GOSSET, J.M.; BUTT, W.; SHINKAWA, T.; IMAMURA, M.; BHUTTA, A.T.; PRODHAN, P.; A Single-Center Experience of Extubation Failure in Infants Undergoing the Norwood Operation. **The Society of Thoracic Surgeons**, 2012.

HARKEL, A.D.J.; VORST, M.M.J.; HAZEKAMP, M.G.; OTTENKAMP, J.; High Mortality Rate After Extubation Failure After Pediatric Cardiac Surgery. **Pediatric Cardiology**. v. 26, n. 6, 2005.

HARRISON, A.M.; COX, A.C.; DAVIS, S.; PIEDMONTE, M.; WEBB-DRUMMOND, J.J.; MEE, R.B.B.; Failed extubation after cardiac surgery in young children: Prevalence, pathogenesis, and risk factors. **Pediatr Crit Care Med**. v. 3, n. 2, 2002.

JACOBS, J.P.; MAVROUDIS, C.B.; PENNSYLVANIAMOSBY, C.L.; Nomenclature and classification for congenital cardiac surgery. **Pediatric Cardiac Surgery**. v. 3, p. 25-38, 2003.

JOUVET, P.; EDDINGTON, A.; PAYEN, V.; BORDESSOULE, A.; EMERIAUD, G.; GASCO, R.L.; WYSOCKI, M.; A pilot prospective study on closed loop controlled ventilation and oxygenation in ventilated children during the weaning phase. **Critical Care**. v. 16, 2012.

JOUVET, P.; HERNET, P.; WYSOCKI, M.; Development and implementation of explicit computerized protocols for mechanical ventilation in children. **Annals of Intensive Care**. v.51, n.1, 2011.

JOHSTON, C.; PIVA, J.P.; CARVALHO, W.BR; GARCIA, P.C.; FONSECA, M.C.; HOMMERDING, P.X.; Preditores de Falha da Extubação em Crianças no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca Submetidas a Ventilação Pulmonar Mecânica. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**. v. 20, n. 1, 2008.

JOHNSTON, C.; CARVALHO, W.B.; PIVA, J.; GARCIA, P.C.; FONSECA, M. C.; Risk Factors for Extubation Failure in Infants With Severe Acute Bronchiolitis. **Respiratory care**. v. 55, n.3, 2010.

KAMILIN, C.O.F.; DAVIS P.G.; MORLEY, C.J.; Predicting successful extubation of very low birthweight infants. **Arch Dis Child Fetal Neonatal**. v.91, n.3, p.180-183, 2006.

KARANJIA, N.; NORDQUIST, D.; STEVENS, R.; NYQUIST, P.; A Clinical Description of Extubation Failure in Patients with Primary Brain Injury. **Neurocrit Care**. v.15,p. 4–12. 2011.

MACLNTYRE, N.R.; COOK, D.J.; ELY, J.R. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. **Chest**. v.120, 2001.

MANRIQUE, A.M.; FEINGOLD, B.F.; FILIPPO, S.; ORR, R.A.; KUCH, B.A; MUNOZ, R.; Extubation after cardiothoracic surgery in neonates, children, and young adults: One year of institutional experience. **Pediatr Crit Care Med**. v. 8, n. 6, 2007.

MEDEIROS, J.K.B.; Desmame da ventilação mecânica em pediatria. **Ciência**. v.2, n.1, p.57-64, 2011.

MITTNACHT, A.J.C.; THANJAN, M.; SRIVASTAVA, S.; JOASHI, U.; BODIAN, C.; HOSSAIN, S.; KIN, N.; HOLLINGER, I.; NGUYEN, K.; Extubation in the operating room after congenital heart surgery in children. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular**. v.136, n.1, 2008.

MIYAGUE, N.I.; CARDOSO, S.M.; MEYER F.; ULTRAMARI, F.T.; ARAÚJO, F.H.; ROZKOWISK, I.; Estudo epidemiológico de cardiopatias congênitas na

infância e adolescência: Análise em 4.538 casos. **Arq Bras Cardiol.** v.80, n.3, p.269-273, 2008.

MONTEVERDE, E.; FERNANDES, A.; POTERALA, R.; VIDAL, N.; SERRATE, A.S.; CASTELANI, P.; ALBANO, L.; PODESTA, F.; FARIAS, J.A.; Characterization of pediatric patients receiving prolonged mechanical ventilation. **Pediatr Crit Care Med.** v.12, n. 6, 2011.

NEWTH, C.J.L.; VENKATARAMAN, S.; WILSON, D.F.; MEERT, K.L.; HARRISON, R.; DEAN, M.; POLLACK, M.; ZIMMERMAN, J.; ANAND, K.J.S.; CARCILO, J.A.; NICHOLSON, C.E.; Weaning and extubation readiness in pediatric patients. **Pediatr Crit Care Med.** v.10, n.1, 2009.

OLIVEIRA, P.M.N.; HELD, P.A.; GRANDE, R.A.A.; RIBEIRO, M.A.G.O.; BOBBIO, T.G.; SCHIVINSKI, C.I.S.; Perfil das crianças submetidas à correção de cardiopatia congênita e análise das complicações respiratórias. **Rev Paul Pediatr,** v. 30, n.1, p. 116-121, 2012.

RANDOLPH, A.G.; WYPIJ, D.; VENKATARAMAN, S.T.; HANSON, J.H.; GEDEIT, R.G.; MEERT, K.I.; LUCKETT, P.M.; FORBES, P.; LILLEY, M.; THOMPSON, J.; CHEIFETZ, I.M.; HIBBERD, P.; WETZEL, R.; COX, P.N.; ARNOLD, J.H.; Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children. **American Medical Association.** v..288, n.20, p. 2601, 2002.

SARMENTO, G.J.V.; PEIXE, A.A.F.; CARVALHO, F.A.; **Fisioterapia Respiratória em pediatria e neonatologia.** Editora Manole, 2007.

SILVA, M.E.M.; FEUSER, M.R.; SILVA, M.P.;UHLIG, S.; PARAZZI, P.L.F.; ROSA, G.J.; SCHIVINSKI, C.I.S.; Cirurgia cardíaca pediátrica: o que esperar da intervenção fisioterapêutica? **Rev Bras Cir Cardiovasc.** v. 26, n.2, p. 264-272, 2011

SILVA, Z.M.; PEREZ, A.; PINZON, A.D.; ICACHINEWSKY, C.P.; RECH, D.R.; LUKRAFKA, J.L.; ROVEDDER, P.M.E.; Fatores associados ao insucesso no desmame ventilatório de crianças submetidas a cirurgia cardíaca pediátrica. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 23, n.4, p.501-506, 2008.

SUOMINEN, P.K.; TUOMINEN, N.A.; SALMINEN, J.T.; KORPELA, R.E.; KLOCKARS, J.G.M.; TAIVAINEN, T.R.; MERETOJA, O.A.; The Air-Leak Test Is Not a Good Predictor of Postextubation Adverse Events in Children Undergoing Cardiac Surgery . **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**. v.21, n. 2, p. 197-202, 2007.

TOBIN, M.J.; JUBRAN, A.; Weaning from mechanical ventilation. Principles and practice of mechanical ventilation. **New York: McGraw Hill**; p. 1185-220, 2006.

YANG, K.L.; TOBIN, M.J.; A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. **N Engl J Med**. v.324, n.21, p.1445-1450, 1991.

TELLEZ, D.W.; GALVIS, A.G.; STORGION, S.A.; Dexamethasone in the prevention of postextubation stridor in children. **J Pediatr**. v.118, p.289–294,1991.