

Cíntia Johnston, Nathalia Mendonça Zanetti, Talitha Comaru, Simone Nascimento dos Santos Ribeiro, Livia Barboza de Andrade, Suzi Laine Longo dos Santos

Recomendação elaborada pelo Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira - AMIB - Brasil.

# I Recomendação brasileira de fisioterapia respiratória em unidade de terapia intensiva pediátrica e neonatal

*I Brazilian guidelines for respiratory physiotherapy in pediatric and neonatal intensive care units*

## RESUMO

Recomendações para a atuação do fisioterapeuta em unidade de terapia intensiva pediátrica e neonatal são fundamentais, pois esses profissionais são responsáveis pela reabilitação de pacientes graves. A reabilitação inclui desde a avaliação e prevenção de alterações cinético funcionais às intervenções de tratamento (fisioterapia respiratória e/ou motora), controle e aplicação de gases medicinais, cuidados da ventilação pulmonar mecânica invasiva e não invasiva, protocolos de desmame e extubação, insuflação traqueal de gás, protocolo de insuflação/desinsuflação do balonete intratraqueal, aplicação de surfactante, entre outros. Com o objetivo de propiciar a recuperação do doente e seu

retorno às atividades funcionais.

Nesse contexto, essas recomendações têm o objetivo de orientar os fisioterapeutas sobre algumas intervenções de prevenção/tratamento de fisioterapia respiratória (desobstrução das vias aéreas; reexpansão pulmonar; posicionamento no leito; aspiração das vias aéreas; inaloterapia; tosse assistida), que auxiliam no processo de reabilitação de pacientes pediátricos e neonatais em unidade de terapia intensiva em ventilação pulmonar mecânica e até 12 horas após a extubação.

**Descritores:** Reabilitação; Terapia respiratória; Modalidades de fisioterapia; Terapia intensiva neonatal; Respiração artificial; Criança

## INTRODUÇÃO

A atuação de fisioterapeutas especialistas nas áreas de cuidados intensivos pediátricos e neonatais é recente no Brasil, com difusão dos cursos e treinamentos nessas áreas principalmente a partir do ano 2000. Atualmente existem diversos cursos pelo Brasil que formam fisioterapeutas para atuação clínica e científica nessas áreas. Em fevereiro de 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicou, em diário oficial,<sup>(1)</sup> a obrigatoriedade de especialização em neonatologia e pediatria para atuação de fisioterapeutas nas respectivas áreas hospitalares. Essa evolução na qualificação dos fisioterapeutas contribuiu para a segurança dos pacientes em unidades de terapia intensiva (UTI) pediátrica e neonatal.

O fisioterapeuta que atua nessas áreas é responsável pela avaliação e prevenção cinético funcional (de todo e qualquer sistema do corpo humano que seja necessário) assim como por intervenções de tratamento (fisioterapia respiratória e/ou motora). Também atua junto à equipe multiprofissional no controle e aplicação de gases medicinais, ventilação pulmonar mecânica (VPM) invasiva e não invasiva (VNI), protocolos de desmame e extubação da VPM, insuflação traqueal de gás, protocolo de insuflação/desinsuflação do balonete intratraqueal, aplicação de surfactante, entre outros.

Nesse contexto, é importante a elaboração de recomendações que orientem os fi-

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Final da elaboração: Junho de 2012

**Autor correspondente:**

Cíntia Johnston  
Hospital São Paulo - UTI Pediátrica  
Rua Napoleão de Barros, 715 - 9º andar - Vila Clementino  
CEP: 04037-003 - São Paulo (SP), Brasil  
E-mail: cintiajohnston@terra.com.br

sioterapeutas. Com esse objetivo, membros do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira elaboraram a *I Recomendação Brasileira de Fisioterapia Respiratória em UTI Pediátrica e Neonatal* para os cuidados de recém-nascidos (RNs), lactentes, crianças e adolescentes em VPM e no período de até 12 horas após a extubação quanto a: desobstrução das vias aéreas; reexpansão pulmonar; posicionamento no leito; aspiração das vias aéreas; inaloterapia e tosse assistida.

## MÉTODOS

Participaram da elaboração dessas recomendações seis fisioterapeutas especialistas em fisioterapia em neonatologia e/ou em pediatria; cinco deles fizeram as buscas dos artigos científicos publicados no período de 2000 a 2012 nos bancos de dados *PubMed*, *Embase* e *PeDro*, utilizando as palavras-chave

“*physiotherapy*” e “*chest physiotherapy*”, as quais foram cruzadas com as palavras-chave “*mechanical ventilation*”, “*respiratory care*”, “*pediatric critical care*”, “*newborn*”, “*infant*”, “*airway clearance*”, “*mucus clearance techniques*”, “*mucociliary clearance*”, “*respiratory therapy*”; “*aerosol therapy*” e “*cough assist*”. A seguir, utilizaram o método de pesquisa científica PICO, sendo as palavras-chave descritas acima cruzadas com as palavras do PICO (p= *patients*, i= *intervention*, c= *control*, o= *outcome*). A pesquisa nos bancos de dados foi realizada novamente por uma bibliotecária com mais de 15 anos de experiência em pesquisa científica na área da saúde. Para responder cada questão, apresentaram-se sua recomendação e o racional para justificar a conduta recomendada/sugerida.

A seguir, os cinco fisioterapeutas classificaram as informações por grau de recomendação (em A, B, C ou D) pelo método *Oxford Centre* (Tabela 1).<sup>(2)</sup> O sexto fisioterapeuta, realizou

**Tabela 1** - Nível de evidência científica por tipo de estudo

Grau de recomendação	Nível de evidência	Tratamento/prevenção-etiologia	Prognóstico	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial/prevalência de sintomas	
A	1A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e randomizados	Revisão sistemática (com homogeneidade) de coortes desde o início da doença Critério prognóstico validado em diversas populações	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos diagnósticos nível 1 Critério diagnóstico de estudos nível 1B, em diferentes centros clínicos	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudo de coorte (contemporânea ou prospectiva)	
	1B	Ensaio clínico controlado e randomizado com intervalo de confiança estreito	Coorte, desde o início da doença, com perda < 20% Critério prognóstico validado em uma única população	Coorte validada, com bom padrão de referência Critério diagnóstico testado em um único centro clínico	Estudo de coorte (contemporânea ou prospectiva) com poucas perdas	
	1C	Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”	Série de casos do tipo “tudo ou nada”	Sensibilidade e especificidade próximas de 100%	Série de casos do tipo “tudo ou nada”	
B	2A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte	Revisão sistemática (com homogeneidade) de coortes históricas (retrospectivas) ou de seguimento de casos não tratados de grupo controle de ensaio clínico randomizado	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos diagnósticos de nível > 2	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos sobre diagnóstico diferencial de nível ≥ 2b	
	2B	Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico randomizado de menor qualidade)	Estudo de coorte histórica Seguimento de pacientes não tratados de grupo controle de ensaio clínico randomizado Critério prognóstico derivado ou validado somente em amostras fragmentadas	Coorte exploratória com bom padrão de referência Critério diagnóstico derivado ou validado em amostras fragmentadas ou banco de dados	Estudo de coorte histórica (coorte retrospectiva) ou com seguimento de casos comprometido (número grande de perdas) Estudo ecológico	
	2C	Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) Estudo ecológico	Observação de evoluções clínicas ( <i>outcomes research</i> )			
	3A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle		Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos diagnósticos de nível ≥ 3B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de nível ≥ 3B	
	3B	Estudo caso-controle		Seleção não consecutiva de casos, ou padrão de referência aplicado de forma pouco consistente	Coorte com seleção não consecutiva de casos, ou população de estudo muito limitada	
C	4	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade)	Série de casos (e coorte prognóstica de menor qualidade)	Estudo caso-controle; ou padrão de referência pobre ou não independente	Série de casos, ou padrão de referência superado	
D	5	Opinião desprovida de avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais)				

Traduzido e modificado de: *Oxford Centre for Evidence-based Medicine*. Levels of evidence and grades of recommendations. Disponível em: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=1025>.<sup>(2)</sup>

a revisão dos artigos incluídos e excluídos, do grau de recomendações, e a redação final do documento.

Critérios de inclusão dos artigos: ensaios clínicos retrospectivos, prospectivos, randomizados controlados ou não, realizados com RNs, lactentes, crianças e/ou adolescentes em UTI em uso de VPM ou no período de até 12 horas após a extubação. Foram inclusos os artigos que abordassem pelo menos um dos seis temas centrais dessas recomendações: desobstrução das vias aéreas; reexpansão pulmonar; posicionamento no leito; aspiração das vias aéreas; inaloterapia e tosse assistida.

Foram excluídos para a elaboração do grau de recomendação: editoriais, revisões simples da literatura, revisões sistemáticas, meta-análises, estudos experimentais com animais e relatos de casos. As revisões da literatura e alguns artigos excluídos do grau de recomendação foram utilizados na introdução, na elaboração do racional.

## RECOMENDAÇÕES DAS TÉCNICAS DE DESOBSTRUÇÃO DAS VIAS AÉREAS

A partir dos artigos analisados, foram inclusas nessas recomendações sobre as técnicas de desobstrução das vias aéreas: 1) avaliação; 2) aumento do fluxo expiratório (AFE); 3) hiperinsuflação manual (HM); 4) percussão torácica; e as combinações dessas quatro categorias de técnicas de fisioterapia respiratória.

### 1. O que deve ser avaliado nos RNs e crianças antes, durante e após as técnicas de desobstrução das vias aéreas?

Recomenda-se, para a segurança dos pacientes e efetividade dessas técnicas, avaliar antes, durante e após sua aplicação, pelo menos três dos seguintes parâmetros: características demográficas (A);<sup>(3-5)</sup> sinais vitais (frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de pulso de oxigênio - SpO<sub>2</sub>) (A);<sup>(3,4)</sup> pressão arterial sistêmica não invasiva e gasometria arterial (A);<sup>(6)</sup> pressão alveolar e seus índices derivados (D);<sup>(7)</sup> complacência dinâmica e resistência de vias aéreas (B);<sup>(8)</sup> volume corrente inspiratório e expiratório (C);<sup>(9,10)</sup> volume expiratório forçado (B);<sup>(8)</sup> pico de fluxo expiratório (PFE) e relação do pico de fluxo inspiratório (PFI)/PFE (B);<sup>(10)</sup> pressão inspiratória máxima e parâmetros da VPM (B).<sup>(7,8,10)</sup>

#### Racional

As técnicas de fisioterapia respiratória que têm como objetivo principal deslocar e/ou remover secreções das vias aéreas são denominadas “técnicas de desobstrução das vias aéreas”. Elas podem ser indicadas e aplicadas por fisioterapeutas, na faixa etária neonatal e pediátrica,<sup>(7)</sup> nas situações clínicas que cursam

com aumento da secreção em vias aéreas<sup>(8,9)</sup> e na prevenção de complicações relacionadas à VPM.<sup>(7)</sup>

A avaliação do paciente permite identificar, relacionar e hierarquizar os problemas, contribuindo para o diagnóstico e potencializando os benefícios das intervenções, principalmente sabendo que, na maioria nos casos, as técnicas de desobstrução das vias aéreas são indicadas nas situações clínicas que cursam com obstrução das vias aéreas por secreção e insuficiência ventilatória aguda.<sup>(7)</sup>

### 2. Em que situações e em quais doenças a técnica AFE pode ser aplicada?

**Recomenda-se a aplicação do AFE de forma lenta para RNs e de forma lenta ou rápida para lactentes com diagnóstico de bronquiolite aguda grave; sugere-se essa intervenção pelo menos uma vez ao dia (C).<sup>(9)</sup>**

#### Racional

RNs e lactentes (com idade de 26 a 41 semanas) em VPM com diagnóstico de bronquiolite aguda grave e que manifestaram a doença em torno de nove semanas de vida, submetidos ao AFE, apresentaram aumento da SpO<sub>2</sub> e do volume corrente, quando aplicado de 5 a 10 minutos uma vez ao dia.<sup>(7)</sup>

### 3. A técnica de HM com bolsa autoinflável e suas combinações favorecem a mobilização e o deslocamento das secreções de vias aéreas?

**Recomenda-se a utilização da HM, associada ou não a vibrocompressão, para a mobilização e o deslocamento de secreção das vias aéreas em pediatria e neonatologia (A).<sup>(6)</sup>**

#### Racional

A HM é uma das técnicas utilizadas de rotina em UTI. A insuflação lenta do balão autoinflável e o platô inspiratório permitem recrutar áreas pulmonares colapsadas, enquanto que a liberação rápida da bolsa promove uma expiração rápida, aumentando a taxa de fluxo expiratório, contribuindo para a mobilização de secreção.<sup>(11,12)</sup>

A mobilização das secreções das vias aéreas inferiores é determinada pela velocidade do fluxo de ar nas vias aéreas. Durante a técnica de HM, o PFE deve ser maior do que o PFI, para que haja deslocamento das secreções para as vias aéreas proximais, e a relação adequada para que isso ocorra é de PFI/PFE ≤ 0,9.<sup>(10)</sup>

O aumento do volume inspirado e do PPI aumenta o recuo elástico pulmonar, favorecendo a mobilização da secreção ao longo do sistema respiratório em neonatos e crianças (faixa etária de 0,02 a 13,7 anos) submetidos à HM associada à vibra-

ção torácica manual e a drenagem postural.<sup>(12)</sup> A HM associada à vibrocompressão, em RNs e crianças (idade entre 0 a 16 anos) em VPM, com diagnóstico de consolidação pulmonar ou atelectasia, aumenta o PFE, aumentando o volume de ar expirado e otimizando a desobstrução das vias aéreas inferiores.<sup>(6)</sup>

Durante a HM, o PPI e o volume corrente podem sofrer influências (exemplos: pelo uso de uma das mãos ou das duas para a compressão do balão; pelo volume do balão, pelo uso de válvula de pressão positiva expiratória final (PEEP), entre outros), as quais interferem nas pressões e volumes ofertados ao paciente, sendo necessário o uso do manômetro de pressão durante a técnica para maior segurança e evitar baro e/ou volutrauma.<sup>(13)</sup>

Sugere-se utilizar um manômetro de pressão para monitorar o pico de pressão inspiratória (PPI) fornecido durante a HM (não ultrapassar em RNs 20 cmH<sub>2</sub>O e em pediatria 30 cmH<sub>2</sub>O).

#### 4. Quais técnicas não são recomendadas para a desobstrução de vias aéreas?

A percussão torácica aplicada em RNs imediatamente após a extubação não é recomendada (A).<sup>(4)</sup>

Não recomenda-se que as crianças com fibrose cística submetidas a anestesia e intubação intratraqueal no pré-operatório sejam submetidas a técnicas de desobstrução de vias aéreas como drenagem postural e/ou vibração associadas ou não a HM com aspiração (B).<sup>(8)</sup>

##### Racional

A percussão torácica pode aumentar a pressão intratorácica e a hipoxemia, sendo esta última não relevante quando a técnica é realizada em períodos menores que 30 segundos.<sup>(14)</sup> A percussão torácica realizada como rotina com tempo de aplicação de 1 a 2 minutos em RNs (28 a 37 semanas de idade gestacional) imediatamente após a extubação pode ocasionar colapso de pequenas vias aéreas.<sup>(4)</sup>

Um estudo randomizado com 18 pacientes (idade de 3 a 15 anos) no pré-operatório, com diagnóstico de fibrose cística, submetidos à anestesia observou que durante a aplicação de técnicas de desobstrução de vias aéreas (drenagem postural e/ou vibração associadas ou não a HM e, aspiração de vias aéreas) comparadas à aspiração houve um aumento da resistência das vias aéreas e uma diminuição da complacência dinâmica pulmonar. Não houve padronização da técnica e do tempo de intervenção.<sup>(8)</sup>

5. Quais os principais benefícios, contraindicações, possíveis efeitos adversos da aplicação das técnicas de desobstrução de vias aéreas?

Estas técnicas melhoram em curto prazo a SpO<sub>2</sub> de crianças com insuficiência ventilatória aguda ou crônica (D)<sup>(7)</sup> e aumentam o volume corrente em crianças com bronquiolite aguda (C).<sup>(9)</sup>

Principais contraindicações dessas técnicas: RNs de extremo baixo peso (A)<sup>(4)</sup> e casos de doença de refluxo gastroesofágico (C).<sup>(9)</sup>

Possíveis efeitos adversos: redução na pressão arterial de oxigênio (PaO<sub>2</sub>) (D);<sup>(7)</sup> aumento da frequência respiratória e redução do tempo expiratório e, diminuição da pressão do recuo elástico pulmonar durante a HM em curto prazo (A).<sup>(6)</sup>

##### Racional

As técnicas de desobstrução das vias aéreas evitam/previnem e tratam as obstruções de vias aéreas ocasionadas pela presença de secreção, contribuindo para a redução dos parâmetros ventilatórios da VPM, evitando complicações no pós-operatório (exemplo: atelectasias) e infecções pulmonares. Entretanto, a labilidade do sistema nervoso central, o peso e a idade gestacional dos RNs devem ser respeitados para a indicação e a realização dessas técnicas, assim como a sua mecânica respiratória.<sup>(8)</sup>

#### RECOMENDAÇÕES DAS TÉCNICAS DE REEXPANSÃO PULMONAR

Com base nos artigos analisados, foram inclusas, nessas recomendações, as técnicas para a reexpansão pulmonar: 1) HM e suas combinações;<sup>(6,10,12,15)</sup> 2) ventilação percussiva intrapulmonar;<sup>(16)</sup> 3) compressões torácicas seguidas de liberação lenta e completa da caixa torácica (*lung squeezing*).<sup>(17,18)</sup>

6. O que deve ser avaliado nos RNs e crianças antes, durante e após as técnicas de reexpansão pulmonar?

Recomenda-se, para a segurança dos pacientes e efetividade dessas técnicas, avaliar antes, durante e após sua aplicação pelo menos três dos seguintes parâmetros: características demográficas (A);<sup>(6,10,19-21)</sup> ausculta pulmonar (A);<sup>(20)</sup> sinais vitais (frequência cardíaca, frequência respiratória e SpO<sub>2</sub>) (A);<sup>(4,12,16,17)</sup> pressão arterial sistêmica não invasiva (A);<sup>(15-17)</sup> gasometria arterial (A);<sup>(6)</sup> raio X de tórax (A);<sup>(16-19)</sup> tempo de VPM (A);<sup>(19)</sup> complacência pulmonar dinâmica e estática (A);<sup>(6,10,16,18)</sup> resistência de vias aéreas (A);<sup>(6,18)</sup> fração inspirada de oxigênio (A);<sup>(17)</sup> pressão platô (A);<sup>(16)</sup> pressão média de vias aéreas (A);<sup>(17)</sup> volume corrente inspiratório (B)<sup>(10,12)</sup> e expiratório (A);<sup>(6,10,16,18)</sup> relação PFI/PFE (B);<sup>(10)</sup> pressão inspiratória máxima (A)<sup>(10,17)</sup> com ou sem vibrocompressão manual (B);<sup>(10)</sup> força manual média exercida

**durante a técnica de HM pelo fisioterapeuta (D);<sup>(12)</sup> frequência e amplitude das oscilações durante a vibração torácica manual (D);<sup>(12)</sup> tempo de aplicação das técnicas (A).<sup>(12,15,17)</sup>**

### Racional

Também é objetivo da fisioterapia respiratória a manutenção e/ou ganho de volumes pulmonares (reexpansão pulmonar), que inclui uma variedade de técnicas e recursos para evitar ou tratar os colapsos pulmonares (atelectasias) com consequente otimização das trocas gasosas e diminuição do trabalho respiratório.<sup>(19,21)</sup> As técnicas de reexpansão visam o incremento do volume pulmonar por meio do aumento do gradiente de pressão transpulmonar por redução da pressão pleural ou por aumento na pressão intra-alveolar.<sup>(21)</sup>

O aumento da oxigenação que ocorre após a aplicação da HM é devido ao conjunto dos efeitos fisiológicos da técnica: remoção da secreção associada ao recrutamento alveolar. O volume corrente empregado durante a HM atinge principalmente as regiões com maior complacência pulmonar. Por meio dos canais colaterais e do fenômeno da interdependência, os alvéolos colapsados são reexpandidos; por isso, a necessidade de avaliação dos parâmetros respiratórios e da VPM e, da mecânica respiratória.<sup>(22)</sup>

### 7. A técnica de HM com bolsa autoinflável e suas combinações são recomendadas para a reexpansão pulmonar?

**Recomenda-se a aplicação da HM com bolsa autoinflável e de suas combinações em neonatologia e pediatria para a reexpansão pulmonar.<sup>(6,10,12,15)</sup>**

### Racional

Pacientes pediátricos, em VPM, com cânulas intratraqueais de diâmetro  $\leq 3$ mm apresentam aumento do volume corrente expirado espontâneo após a aspiração intratraqueal seguida da HM com fluxo de 10 L/min, PPI de 30 cmH<sub>2</sub>O e fração inspirada de oxigênio a 100%.<sup>(6)</sup>

A HM associada à vibração torácica manual aumenta o PFE e o volume de ar inspirado; o incremento do PPI aumenta o recuo elástico pulmonar, favorecendo a mobilização de secreção ao longo do sistema respiratório e contribuindo para a reexpansão de áreas pulmonares colapsadas.<sup>(12)</sup> Crianças de 6 meses a 6 anos, submetidas a HM com PPI de 40 cmH<sub>2</sub>O e PEEP de 15 cmH<sub>2</sub>O, durante 10 ciclos/minuto, apresentam menor frequência de atelectasias comparativamente a pressão contínua nas vias aéreas (CPAP) de 5 cmH<sub>2</sub>O e ao grupo controle.<sup>(3,15)</sup>

A HM associada à vibrocompressão aumenta o PFE de 4% para cada 10% do aumento do volume de ar inspiratório. O aumento de 4% da relação de PFE/PFI está relacionado com a força manual de 10N (força em Newton).<sup>(10)</sup>

É necessário estipular um protocolo de aplicação da HM de acordo com cada situação clínica, determinando-se o volume de ar, pressão de pico a ser obtidos, os PFI e PFE, o tempo e sua frequência de aplicação e a necessidade da utilização de válvula de PEEP. Sugere-se não aplicar a HM em pacientes com PEEP  $\geq 10$  cmH<sub>2</sub>O.

### 8. A ventilação percussiva intrapulmonar é recomendada com objetivo de reexpansão pulmonar?

**Recomenda-se a ventilação percussiva intrapulmonar com objetivo de reexpansão pulmonar em crianças sob VPM, na posição supina, quando comparada à fisioterapia respiratória convencional (B).<sup>(16)</sup>**

### Racional

A utilização da ventilação percussiva intrapulmonar com objetivo de reexpansão pulmonar de crianças em VPM, na posição supina, quando comparada à tapotagem e à vibração, melhora o escore de atelectasia e diminui seu tempo de resolução.<sup>(16)</sup> A ventilação percussiva intrapulmonar foi utilizada com PPI de 15 a 30 cmH<sub>2</sub>O (ou mesma PPI utilizada na VPM), frequência respiratória de 180 a 220 ciclos por minuto com um tempo de duração de 10 a 15 minutos a cada 4 horas.<sup>(16)</sup>

### 9. As compressões torácicas seguidas de liberação lenta e completa da caixa torácica são recomendadas com objetivo de reexpansão pulmonar?

**É recomendada a realização de compressões torácicas seguidas de liberação lenta e completa da caixa torácica em RNs pré-termo (A).<sup>(17,18)</sup>**

### Racional

As compressões torácicas seguidas de liberação lenta e completa da caixa torácica diminui o tempo de VPM, de suplementação de oxigênio e de internação hospitalar.<sup>(17,18)</sup>

### 10. Quais as contraindicações, os possíveis efeitos adversos e quais técnicas de reexpansão pulmonar não são recomendadas em RNs, lactentes e crianças?

**As técnicas de reexpansão pulmonar são recomendadas para RNs, lactentes e crianças em situações de doenças ou condições clínicas que predisõem a atelectasias pulmonares (A)<sup>(4,10,15-17)</sup> ou em situações clínicas com redução nos volumes pulmonares, necessidade de aumento dos parâmetros ventilatórios e/ou deterioração dos gases sanguíneos (D).<sup>(12)</sup>**

A percussão torácica, utilizando ou não máscara, após a extubação, não é recomendada em RNs, pois pode ocasionar colapso de vias aéreas de pequeno calibre (A).<sup>(4)</sup>

São contraindicadas as técnicas de reexpansão pulmonar em RNs de extremo baixo peso (A)<sup>(4)</sup> e em crianças plaquetopênicas, com osteopenia ou osteoporose e instabilidade clínica (D);<sup>(12)</sup> para crianças com risco de hemorragia intraperiventricular e/ou aumento da pressão intracraniana, doença óssea metabólica (B);<sup>(10)</sup> escape de ar pela cânula intratraqueal > 20% (B).<sup>(10,12)</sup> Outras contraindicações: hipertensão pulmonar persistente, síndrome da aspiração de mecônio, cardiopatia congênita com pneumonia (consolidação generalizada), pós-operatório cardíaco imediato, aumento da pressão intracraniana, instabilidade hemodinâmica em até 24 horas prévias (20% de alterações na pressão arterial, na frequência cardíaca ou na SpO<sub>2</sub>), SpO<sub>2</sub> < 85%, pneumotórax, pós-operatório imediato de cirurgia toracoabdominal, prematuridade extrema ou pequenos para a idade gestacional (B)<sup>(17)</sup> e evidência clínica de aspiração de corpo estranho (C).<sup>(19)</sup>

Os possíveis efeitos adversos quando a HM é aplicada isoladamente, em pediatria, são: aumento da frequência respiratória, diminuição da pressão de recuo elástico pulmonar e redução do tempo expiratório a curto prazo (A).<sup>(6)</sup>

Crianças (peso < 3 kg) com atelectasia podem apresentar hipotensão durante a ventilação percussiva intrapulmonar (C).<sup>(16)</sup>

### Racional

O colapso alveolar ocasiona perda de volumes pulmonares com consequente diminuição da capacidade residual funcional e da complacência pulmonar, especialmente em regiões pulmonares dependentes da gravidade. Pode ocasionar desequilíbrio da relação ventilação/perfusão (V/Q) com consequências funcionais, como hipoxemia, hipercapnia, aumento da resistência vascular pulmonar, distensão excessiva de unidades alveolares adjacentes, risco de infecções (pneumonia nosocomial) e lesão pulmonar, caso não seja revertido.<sup>(18,19)</sup>

## RECOMENDAÇÕES PARA POSICIONAMENTO NO LEITO

A partir dos artigos analisados, foram incluídas nestas recomendações as considerações relacionadas ao posicionamento como adjuvante da fisioterapia respiratória para a desobstrução das vias aéreas e reexpansão pulmonar de RNs, lactentes e crianças cronicamente enfermas em VPM, após cirurgias toracoabdominais e durante o processo de retirada da VPM.

### 11. Quais posicionamentos podem ser utilizados em lactentes e crianças sob VPM?

**Recomenda-se posicionar lactentes e crianças cronicamente enfermas (câncer e doenças neurológicas) sob VPM e com doença respiratória grave (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 200) em posição prona elevada com coxins de gel nos ombros e nos quadris(B).**<sup>(20,21)</sup>

### Racional

Lactentes e crianças com doença respiratória, sob VPM, apresentam aumento da PaO<sub>2</sub> e redução do índice de oxigenação quando em posição prona elevada, com coxins sob os quadris e ombros, e abdômen livre.<sup>(20)</sup> Crianças cronicamente enfermas (câncer e doenças neurológicas) sob VPM e com doença respiratória grave (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 200) apresentam aumento de aproximadamente 20% na PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> quando colocados da posição supina para a posição prona durante 8 horas, com efeito inverso a este quando trocadas da posição prona para a posição supina.<sup>(21)</sup>

Crianças com doença respiratória e índice de oxigenação alto apresentam melhora da oxigenação quando colocadas em posição prona. Esse resultado inicia nas primeiras 2 horas do posicionamento e se mantém durante as 12 horas subsequentes.<sup>(21,22)</sup>

Em RNs, o tempo de resposta à posição prona, quanto à oxigenação, é variável, e a não resposta na primeira tentativa não significa ausência de resposta, mas a resposta inicial é capaz de prever as respostas subsequentes.<sup>(23)</sup>

### 12. Quais posicionamentos que podem ser utilizados após cirurgias toracoabdominais em RNs e crianças sob VPM?

**Após cirurgias toracoabdominais, recomenda-se posicionar lactentes e crianças em posição prona elevada com coxins de gel nos ombros e nos quadris, desde que observadas as precauções em relação à ferida operatória (B).**<sup>(24,25)</sup>

### Racional

Pacientes em pós-operatório de cirurgias toracoabdominais apresentam aumento da capacidade residual funcional quando em posição prona elevada com coxins de gel nos ombros e nos quadris.<sup>(24)</sup>

### 13. Quais posicionamentos que podem ser utilizados durante o processo de retirada da VPM para RNs e crianças?

**Recomenda-se não utilizar a posição prona como procedimento de rotina durante o processo de desmame da VPM em RNs, lactentes e crianças (B).**<sup>(23,25)</sup>

### Racional

Não foi evidenciada diferença no tempo de desmame entre as posições prona e supina. A  $SpO_2$ , a frequência respiratória, a frequência cardíaca e a incidência de atelectasia após extubação também não apresentam diferenças quando comparadas às posições prona e supina.<sup>(23,24)</sup> Em RNs, lactentes e crianças em posição prona durante a VPM devem ser monitorados para evitar a extubação não planejada ou o deslocamento da cânula intratraqueal, cateteres e sondas gástricas ou vesicais.<sup>(26,27)</sup> A posição prona não altera os índices de mortalidade e o tempo de VPM de lactentes e crianças.<sup>(28,29)</sup>

## RECOMENDAÇÕES PARA ASPIRAÇÃO DE VIAS AÉREAS

Com base nos artigos analisados, foram incluídas recomendações sobre os sistemas de aspiração (aberto e fechado), a necessidade de analgesia (por medidas farmacológicas e não farmacológicas) e do aumento de sedação antes, durante e após o procedimento de aspiração intratraqueal. Foram feitas ainda algumas considerações relevantes em relação aos efeitos do procedimento sobre a mecânica respiratória e as medidas de prevenção dos efeitos adversos da aspiração intratraqueal em RNs, lactentes e crianças.

### 14. Quais os efeitos fisiológicos dos sistemas de aspiração intratraqueal (aberto *versus* fechado) em neonatologia e pediatria?

**Recomenda-se que o sistema de aspiração intratraqueal fechado seja utilizado para evitar a queda de  $SpO_2$  e bradicardia em RNs sob VPM convencional e para RNs pré-termo extremos (B).**<sup>(30-32)</sup>

### Racional

Quando comparados os efeitos fisiológicos dos sistemas de aspiração intratraqueal aberto *versus* fechado em RNs sob VPM convencional, os resultados foram semelhantes<sup>(33)</sup> ou favoráveis ao sistema fechado de aspiração, com moderada relevância clínica quanto à sua repercussão sobre a  $SpO_2$ .<sup>(30,31)</sup>

Em RNs sob ventilação de alta frequência, não houve alterações na  $SpO_2$  quando comparados esses sistemas.<sup>(34,35)</sup> Em RNs sob VPM, o volume pulmonar não é influenciado pelo método de aspiração.<sup>(36)</sup> Quando o método de aspiração fechado foi comparado com o método de aspiração aberto, em RNs pré-termo extremos sob ventilação parcial, o sistema fechado permitiu maior estabilidade da  $SpO_2$  e da frequência cardíaca.<sup>(36)</sup>

### 15. Quais os efeitos da analgesia e a sedação sobre as reações de estresse provocadas pela aspiração intratraqueal em neonatologia e pediatria?

**Recomenda-se que crianças sob VPM com esquema de sedação adequado não necessitem de sedação prévia à aspiração (B).**<sup>(30)</sup>

**Em RN, a sedação prévia deve ser julgada criteriosamente e não é capaz de alterar os escores de dor (C).**<sup>(37)</sup>

**A estimulação multissensorial não altera os escores de dor após a aspiração intratraqueal de RNs (C).**<sup>(38)</sup>

### Racional

Quando avaliado o escore de sedação durante o procedimento de aspiração intratraqueal de crianças sob VPM, observou-se que esse procedimento não altera o nível de sedação utilizado previamente.<sup>(32)</sup> Em RNs sob VPM, o uso de sedação prévia ao procedimento não obteve repercussão sobre o escore de dor, medido através das escalas *Bernese Pain Scale for Neonates* (BPSN), *Premature Infant Pain Profile* (PIPP), e *Visual Analogue Scale* (VAS).<sup>(37)</sup> A utilização de estimulação multissensorial após o procedimento não alterou os escores de dor em RNs.<sup>(38)</sup>

### 16. As técnicas de aspiração intratraqueal têm efeito sobre a mecânica respiratória em neonatologia e pediatria?

**Sugere-se que, em crianças sob VPM convencional, após a aspiração intratraqueal, pode ocorrer redução do volume pulmonar associado à piora da ventilação pulmonar e à queda na  $SpO_2$  (C).**<sup>(39)</sup>

**Em RNs sob ventilação de alta frequência, ocorre queda transitória do volume pulmonar após a aspiração intratraqueal, tanto pelo sistema de aspiração fechado quanto pelo aberto (C).**<sup>(34,35)</sup>

**O recrutamento alveolar, por meio da bolsa autoinflável, imediatamente após a aspiração intratraqueal, não é recomendado para melhorar a complacência dinâmica e o volume corrente expiratório de crianças sob VPM (B).**<sup>(39)</sup>

### Racional

Em crianças sob VPM, o procedimento de aspiração intratraqueal ocasionou redução transitória e imediata da complacência dinâmica e do volume corrente expiratório sem efeito sobre a resistência das vias aéreas.<sup>(36)</sup> A utilização do recrutamento alveolar com bolsa autoinflável imediatamente após o procedimento de aspiração intratraqueal não foi capaz de modificar esse quadro.<sup>(39)</sup> Também foram relatadas a redução do volume pulmonar, associada à retenção da pressão arterial de gás carbônico ( $PaCO_2$ ), e queda na  $SpO_2$ .<sup>(27)</sup>

### 17. Devem ser realizadas intervenções para evitar efeitos adversos da aspiração intratraqueal em RNs, lactentes e crianças em VPM?

**Recomenda-se a hiperóxia (aumento de 10% dos valores basais da fração inspirada de oxigênio) em RNs pré-termo para evitar a hipoxemia durante e após a aspiração intratraqueal para manter uma SpO<sub>2</sub> entre 88 e 92%(C).<sup>(38)</sup>**

**Recomenda-se utilizar manobras de contenção postural durante procedimentos de aspiração em RNs pré-termo (C).<sup>(37)</sup>**

### Racional

Em RNs, a hiperóxia (aumento de 10% dos valores basais da fração inspirada de oxigênio) mostrou efeitos favoráveis sobre a redução da hipoxemia transitória causada pela aspiração intratraqueal pelo sistema aberto.<sup>(38)</sup>

A manobra de contenção manual, por meio da colocação das mãos sobre a cabeça e os pés do RNs em postura fletida, foi capaz de reduzir os escores de dor durante o procedimento em RNs pré-termo.<sup>(37)</sup>

Sugere-se a utilização dos critérios estabelecidos na tabela 2 para maior segurança do procedimento, os quais recomendam que a aspiração das vias aéreas, de RNs, lactentes e crianças intubadas seja executada no tempo máximo de 10 segundos (para evitar alterações ventilatórias e hemodinâmicas inerentes à desconexão do paciente do aparelho de VPM) e que a pressão de sucção do vácuo não seja >360 mmHg.<sup>(40)</sup>

**Tabela 2** - Recomendações para a aspiração das vias aéreas de recém-nascidos, lactentes e crianças

Idade	Peso (kg)	Diâmetro interno da cânula intratraqueal (mm)	Consistência da secreção e tamanho da sonda de aspiração (FG)		
			Fina/fluida	Moderada	Espessa
RN	< 1	2,0	5	5	5
RN	1	2,5	5	5	6
RN	2	3,0	5	6	6
RN	3,5	3,5	5	6	7
3 meses	6	3,5	5	6	7
1 ano	10	4,0	6	7	7
2 anos	12	4,5	6	7	8
3 anos	14	4,5	6	7	8
4 anos	16	5,0	7	8	8
6 anos	20	5,5	7	8	8
8 anos	24	6,0	8	10	10

RN - recém-nascido; FG - french gauge. Modificado de: Morrow BM, Futter MJ, Argent AC. Endotracheal suctioning: from principles to practice. Intensive Care Med. 2004;30(6):1167-74.<sup>(40)</sup>

Sugere-se classificar a qualidade da secreção aspirada para facilitar o entendimento da equipe multiprofissional, em fina ou fluida (a sonda de aspiração fica livre após a aspiração utilizando somente o vácuo), moderada (secreções aderidas na parede da sonda após a aspiração, mas fica livre após a utilização de soro fisiológico), espessa (secreções aderidas na parede da sonda após a aspiração que continuam aderidas mesmo após o uso de soro fisiológico).

## RECOMENDAÇÕES PARA INALOTERAPIA

A partir da busca dos artigos analisados, foram incluídas a solução salina hipertônica (SH) a 3% e a dornase alfa (rhDNA).

**18. Em que situações a solução SH (3%) pode ser utilizada em RNs e crianças?**

**Recomendada para lactentes com bronquiolite viral, com o objetivo de diminuir os sintomas da doença e o tempo de hospitalização (A),<sup>(41)</sup> e para lactentes com bronquiolite leve a moderada, para a resolução de atelectasias (C).<sup>(42)</sup>**

**Recomenda-se a utilização de solução SH (3%) para RNs com atelectasia persistente não responsiva ao tratamento convencional (C).<sup>(43)</sup>**

### Racional

A aerosolterapia permite a disponibilidade direta e imediata de fármacos nas vias aéreas. Sua utilização de forma inalatória é um adjuvante da fisioterapia respiratória durante as técnicas de remoção de secreções das vias aéreas e re-expansão pulmonar,<sup>(44)</sup> podendo ser aplicados somente com prescrição médica.

Estudo controlado, randomizado, duplo-cego,<sup>(41)</sup> avaliou a utilização da inalação de solução SH (3%) comparada à utilização de solução salina a 0,9%, ambas em conjunto com epinefrina (1,5 mg) em 52 crianças hospitalizadas com bronquiolite viral aguda. Observou-se uma diminuição nos sintomas e no tempo de hospitalização no grupo que utilizou solução SH.

Um estudo<sup>(41)</sup> com crianças com bronquiolite aguda moderada a grave demonstrou redução no tempo de permanência hospitalar e alívio mais rápido dos sintomas nos grupos que utilizaram a nebulização com solução SH comparados aos grupos que utilizaram solução salina a 0,9%, sem associação com outro fármaco. A nebulização com SH a 3% é segura, de baixo custo e eficaz, sendo bem tolerada, e sem efeitos adversos.

Em um estudo controlado e randomizado<sup>(42)</sup> com 93 lactentes com bronquiolite leve a moderada, compararam-se a eficácia e a segurança da solução SH a 3%, salbutamol com salina isotônica (SS) a 0,9% e salbutamol sobre o broncoespasmo, sinais de desconforto e tempo de estadia hospitalar. O grupo tratado com SH 3% obteve menor tempo de remissão do broncoespasmo, menor tempo da remissão da tosse e menor tempo de estadia hospitalar.

A solução SH é utilizada para RNs com atelectasia persistente não responsiva ao tratamento convencional, pois melhora o escore radiográfico, a SpO<sub>2</sub> e diminui o tempo de resolução



das atelectasias.<sup>(44)</sup> Em lactentes com bronquiolite viral, diminui os sintomas da doença e o tempo de hospitalização;<sup>(44)</sup> para lactentes com bronquiolite leve a moderada, pode melhorar o broncoespasmo, os sinais de desconforto respiratório e diminuir o tempo para a resolução das atelectasias.<sup>(42)</sup>

### 19. Em que situações a rhDNA é recomendada?

*A rhDNA é recomendada para crianças não fibrocísticas e com atelectasia persistente, por inalação ou instilação pela cânula intratraqueal (C).*<sup>(45)</sup>

Recomenda-se para RNs que não respondem ao tratamento convencional para atelectasia, de forma inalatória (D);<sup>(46)</sup> para crianças em VPM no pós-operatório de cirurgia cardíaca, submetidos à instilação direta na cânula intratraqueal, para lactentes e crianças (idade <2 anos) com bronquiolite aguda, submetidas a inalações diárias, por 5 dias consecutivos para reexpansão pulmonar (B).<sup>(47)</sup>

Recomenda-se para a resolução das atelectasias pulmonares de crianças em VPM prolongada (C).<sup>(47-49)</sup>

#### Racional

Os fármacos denominados de mucolíticos fragmentam a secreção e causam a *lise* das suas mucofibrilas, sendo indicados nos casos de hipersecreção com aumento da viscosidade do muco. Infecções e inflamações de vias aéreas de quaisquer causas contêm quantidades significativas de DNA extracelular, produto da degeneração dos leucócitos e *debris* epiteliais. O DNA aumenta a viscosidade e a adesividade do muco nas vias aéreas. Nas infecções pulmonares que complicam com atelectasias, pode-se encontrar alta concentração de DNA, sendo possível a indicação de aplicação da dornase alfa.<sup>(45,48)</sup>

A *rhDNA* é utilizada para RNs que não respondem ao tratamento convencional para atelectasia, de forma inalatória, com objetivo de melhora do escore radiológico e dos parâmetros respiratórios;<sup>(46)</sup> para crianças em VPM no pós-operatório de cirurgia cardíaca com restrição de fluidos, submetidas à instilação direta na cânula intratraqueal (dose: 0,2 mg/kg pacientes com peso <5 kg, 0,1 mg/kg peso >5 kg; a cada 12 horas), pois diminui a incidência de atelectasia, o tempo médio de VPM, o tempo médio de internação na UTI e a média de custos;<sup>(47)</sup> e para lactentes e crianças (idade <2 anos) com bronquiolite aguda, submetidas a inalações diárias, por 5 dias consecutivos, pois apresenta melhora no escore de atelectasias.<sup>(50,51)</sup> Deve ser aplicada somente após a prescrição médica.

### RECOMENDAÇÃO PARA TOSSE ASSISTIDA

Diversas intervenções de fisioterapia respiratória podem ser indicadas para a desobstrução das vias aéreas para facilitar a

eliminação de secreção. Dentre elas, a tosse assistida mecânica (insuflação-exsuflação mecânica - IEM) ou manual tem sido indicada para crianças com comprometimento da efetividade da tosse, pois facilita a expectoração da secreção das vias aéreas quando aplicadas isoladamente ou associadas à outras técnicas manuais ou mecânicas de fisioterapia respiratória.<sup>(52)</sup>

### 20. Em que situações a tosse assistida é indicada, como pode ser realizada?

*Recomenda-se para crianças com doenças neuromusculares e doenças respiratórias agudas ou crônicas que cursem com excesso de secreção nas vias aéreas de difícil expectoração e/ou atelectasias pulmonares e/ou PFE <270 L/min (B).*<sup>(52-54)</sup>

*A tosse assistida pode ser realizada de forma manual ou mecânica (B).*<sup>(52,55)</sup>

#### Racional

A tosse é o sinal e sintoma mais frequente das doenças do sistema respiratório.<sup>(56)</sup> Esse reflexo faz parte dos mecanismos de defesa das vias aéreas e pode ser reproduzido e controlado de forma voluntária ou mecânica. A sua apresentação pode estar correlacionada com diversas doenças (exemplos: gripe, bronquiolite, traqueíte, asma, entre outras), podendo se manifestar de forma aguda ou crônica.<sup>(56)</sup>

As crianças com doenças neuromusculares que são internadas em UTI por etiologia de doenças respiratórias apresentam 90% de aumento de risco de morbimortalidade devido à impossibilidade de manter a ventilação alveolar e à eliminação de secreção das pequenas vias aéreas, pois a tosse, já prejudicada pela doença de base, fica menos efetiva na presença de doença respiratória e do aumento do volume e consistência do muco.<sup>(57)</sup>

A tosse assistida de forma manual por meio da compressão do tórax ou do abdômen em sincronia com a tosse (realizada pelo paciente) aumenta o PFE, auxiliando na expectoração, nos casos de alterações leves a moderada da tosse. A tosse associada à HM pode aumentar a efetividade da técnica.<sup>(55)</sup>

Em um estudo com a aplicação de IEM, realizada em crianças com mediana (mínimo-máximo) de idade 12,6 anos, foi observada a eficácia da técnica com os seguintes parâmetros: mediana (mínimo-máximo) das pressões de insuflação de 30(15 a 40) cmH<sub>2</sub>O e exsuflação de -30(-20 a -50) cmH<sub>2</sub>O; volume de 60 a 100 L/min; PFE de 6 a 11 L/segundos; número de ciclos respiratórios de 3 a 5 ciclos, com repouso de 30 segundos para nova aplicação da IEM.<sup>(52)</sup>

### 21. Quais os possíveis efeitos adversos e contra indicações da tosse assistida?

**Os principais efeitos adversos encontrados foram distensão abdominal, aumento do refluxo gastroesofágico, hemoptise, desconforto torácico e/ou abdominal, alterações cardiovasculares agudas (como bradicardia) e pneumotórax. Não se recomenda a aplicação destas técnicas em crianças que estejam previamente com os quadros clínicos acima (B).<sup>(52)</sup>**

### Racional

A tosse desempenha como papel principal o descolamento e a mobilização do material contido nas vias aéreas durante a fase expulsiva. O descolamento das secreções ocorre em função da viscosidade, da elasticidade e do espessamento do muco, e grau de aderência deste à parede da via aérea. A flexibilidade da parede brônquica facilita a transmissão de uma ondulação ou de uma onda de pressão transitória, que, produzida pela tosse, mobiliza o muco rapidamente até a boca.<sup>(58)</sup>

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram apresentadas, neste artigo, as recomendações de algumas das intervenções de fisioterapia respiratória para pacientes em UTI pediátrica e neonatal sob VPM e até 12 horas após a extubação com base nas evidências existentes até o momento. Diversas técnicas aplicadas durante na fisioterapia respiratória não foram incluídas nessa recomendação por falta de evidências científica.

A atuação do fisioterapeuta nessas áreas é mais ampla, com necessidade da elaboração continuada de outras recomendações para orientação de sua prática clínica com a finalidade de melhorar a segurança ao usuário.

### ABSTRACT

Developing guidelines for the role of the physiotherapist in neonatal and pediatric intensive care units is essential because these professionals are responsible for the rehabilitation of critically ill patients. Rehabilitation includes the evaluation and prevention of functional kinetic alterations, application of treatment interventions (respiratory and/or motor physiotherapy), control and application of medical gases, care of mechanical ventilation, weaning and extubation, tracheal gas insufflation, inflation/deflation of the endotracheal cuff protocol, and surfactant application, aiming to allow patients to have a full recovery and return to their functional activities.

In this article, we present guidelines that are intended to guide the physiotherapist in some of the prevention/treatment interventions in respiratory therapy (airway clearance, lung expansion, position in bed, airway suction, drug inhalation, and cough assist), which help in the rehabilitation process of newborns and children in intensive care units during mechanical ventilation and up to 12 hours following extubation.

**Keywords:** Rehabilitation; Respiratory therapy; Physical therapy modalities; Intensive care, neonatal; Respiration, artificial; Child

### REFERENCES

1. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 7, de 24 de fevereiro de 2010. Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências. Disponível em: <http://brasilsus.com.br/legislacoes/rdc/102985-7.html>
2. Oxford Centre for Evidence-based Medicine. Levels of evidence and grades of recommendations. Disponível em: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=1025>.
3. Bailleux S, Lopes D, Geoffroy A, Josse N, Labrune P, Gajdos V. [What evidence for chest physiotherapy in infants hospitalized for acute viral bronchiolitis?]. *Arch Pediatr*. 2011;18(4):472-5. French.
4. Bagley CE, Gray PH, Tudehope DI, Flenady V, Shearman AD, Lamont A. Routine neonatal postextubation chest physiotherapy: a randomized controlled trial. *J Paediatr Child Health*. 2005;41(11):592-7.
5. Knight DB, Bevan CJ, Harding JE, Teele RL, Kuschel CA, Battin MR, et al. Chest physiotherapy and pencephalic brain lesions in very preterm infants. *J Paediatr Child Health*. 2001;37(6):554-8.
6. Morrow B, Futter M, Argent A. A recruitment manoeuvre performed after endotracheal suction does not increase dynamic compliance in ventilated paediatric patients: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. 2007;53(3):163-9.
7. Almeida CC, Ribeiro JD, Almeida-Júnior AA, Zeferino AM. Effect of expiratory flow increase technique on pulmonary function of infants on mechanical ventilation. *Physiother Res Int*. 2005;10(4):213-21.
8. Tannenbaum E, Prasad SA, Dinwiddie R, Main E. Chest physiotherapy during anesthesia for children with cystic fibrosis: effects on respiratory function. *Pediatr Pulmonol*. 2007;42(12):1152-8.
9. Bernard-Narbonne F, Daoud P, Castaing H, Rousset A. [Effectiveness of chest physiotherapy in ventilated children with acute bronchiolitis]. *Arch Pediatr*. 2003;10(12):1043-7. French.
10. Gregson RK, Shannon H, Stocks J, Cole TJ, Peters MJ, Main E. The unique contribution of manual chest compression-vibrations to airflow during physiotherapy in sedated, fully ventilated children. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(2):e97-e102.
11. Clini E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med*. 2005;99(9):1096-104.
12. Gregson RK, Stocks J, Petley GW, Shannon H, Warner JO, Jagannathan R, et al. Simultaneous measurement of force and respiratory profiles during chest physiotherapy in ventilated children. *Physiol Meas*. 2007;28(9):1017-28.
13. Redfern J, Ellis E, Holmes W. The use of a pressure manometer enhances student physiotherapists' performance during manual hyperinflation. *Aust J Physiother*. 2001;47(2):121-31.
14. Lamari NM, Martins ALQ, Oliveira JV, Marino LC, Valério N. Bronquiectasia e fisioterapia desobstrutiva: ênfase em drenagem postural e percussão. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2006;21(2):206-10.
15. Tusman G, Böhm SH, Tempra A, Melkun F, García E, Turchetto E, et al. Effects of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *Anesthesiology*. 2003;98(1):14-22.

16. Deakins K, Chatburn RL. A comparison of intrapulmonary percussive ventilation and conventional chest physiotherapy for the treatment of atelectasis in the pediatric patient. *Respir Care*. 2002;47(10):1162-7.
17. Wong I, Fok TF. Randomized comparison of two physiotherapy regimens for correcting atelectasis in ventilated pre-term neonates. *Hong Kong Physiother J*. 2003;21(1):43-50.
18. Wong I, Fok TF. Effects of lung squeezing technique on lung mechanics in mechanically-ventilated preterm infants with respiratory distress syndrome. *Hong Kong Physiother J*. 2006;24(1):39-46.
19. Bilan N, Galehgalab BA, Shoaran M. Medical treatment of lung collapse in children. *Pak J Biol Sci*. 2009;12(5):467-9.
20. Nightlinger K. Developmentally supportive care in the neonatal intensive care unit: an occupational therapist's role. *Neonatal Netw*. 2011;30(4):243-8.
21. Unoki T, Mizutani T, Toyooka H. Effects of expiratory rib cage compression and/or prone position on oxygenation and ventilation in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respir Care*. 2003;48(8):754-62.
22. Relvas MS, Silver PC, Sagy M. Prone positioning of pediatric patients with ARDS results in improvement in oxygenation if maintained > 12 h daily. *Chest*. 2003;124(1):269-74.
23. Antunes LC, Rugolo LM, Crocci AJ. Efeito da posição do prematuro no desmame da ventilação mecânica. *J Pediatr (Rio J)*. 2003;79(3):239-44.
24. von Ungern-Sternberg BS, Hammer J, Frei FJ, Jordi Ritz EM, Schibler A, Erb TO. Prone equals prone? Impact of positioning techniques on respiratory function in anesthetized and paralyzed healthy children. *Intensive Care Med*. 2007;33(10):1771-7.
25. Fineman LD, LaBrecque MA, Shih MC, Curley MA. Prone positioning can be safely performed in critically ill infants and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2006;7(5):413-22.
26. Curley MA, Thompson JE, Arnold JH. The effects of early and repeated prone positioning in pediatric patients with acute lung injury. *Chest*. 2000;118(1):156-63.
27. Curley MA, Hibberd PL, Fineman LD, Wypij D, Shih MC, Thompson JE, et al. Effect of prone positioning on clinical outcomes in children with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2005;294(2):229-37.
28. Casado-Flores J, Martínez de Azagra A, Ruiz-López MJ, Ruiz M, Serrano A. Pediatric ARDS: effect of supine-prone postural changes on oxygenation. *Intensive Care Med*. 2002;28(12):1792-6.
29. Kornecki A, Frndova H, Coates AL, Shemie SD. 4A randomized trial of prolonged prone positioning in children with acute respiratory failure. *Chest*. 2001;119(1):211-8.
30. Paula LCS, Ceccon MEJ. Randomized comparative analysis between two tracheal suction systems in neonates. *Rev Assoc Med Bras*. 2010;56(4):434-9.
31. Taheri P, Asgari N, Mohammadzadeh M, Golchin M. The effect of open and closed endotracheal tube suctioning system on respiratory parameters of infants undergoing mechanical ventilation. *Iran J Nurs Midwifery Res*. 2012;17(1):33-7.
32. Hoellering AB, Copnell B, Dargaville PA, Mills JF, Morley CJ, Tingay DG. Lung volume and cardiorespiratory changes during open and closed endotracheal suction in ventilated newborn infants. *Arch Dis Child Fetal Neonat Ed*. 2008;93(6):F436-41.
33. Avena MJ, Carvalho WB, Beppu OS. Avaliação da mecânica respiratória e da oxigenação pré e pós-aspiração de secreção em crianças submetidas à ventilação pulmonar mecânica. *Rev Assoc Med Bras*. 2003;49(2):156-61.
34. van Veenendaal MB, Miedema M, de Jongh FH, van der Lee JH, Frerichs I, van Kaam AH. Effect of closed endotracheal suction in high-frequency ventilated premature infants measured with electrical impedance tomography. *Intensive Care Med*. 2009;35(12):2130-4.
35. Tingay DG, Copnell B, Mills JF, Moreley CJ, Dargaville PA. Effects of open endotracheal suction on lung volume in infants receiving HFOV. *Intensive Care Med*. 2007;33(4):689-93.
36. Tan AM, Gomez JM, Mathews J, Williams M, Paratz J, Rajadurai VS. Closed versus partially ventilated endotracheal suction in extremely preterm neonates: physiologic consequences. *Intensive Crit Care Nurs*. 2005;21(4):234-42.
37. Ward-Larson C, Horn RA, Gosnell F. The efficacy of facilitated tucking for relieving procedural pain of endotracheal suctioning in very low birthweight infants. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2004;29(3):151-6; quiz 157-8.
38. González-Cabello H, Furuya ME, Vargas MH, Tudón H, Garduño J, González-Ayala J. Evaluation of antihypoxic maneuvers before tracheal aspiration in mechanically ventilated newborns. *Pediatr Pulmonol*. 2005;39(1):46-50.
39. Morrow B, Futter M, Argent A. Effect of endotracheal suction on lung dynamics in mechanically-ventilated paediatric patients. *Aust J Physiother*. 2006;52(2):121-6.
40. Morrow BM, Futter MJ, Argent AC. Endotracheal suctioning: from principles to practice. *Intensive Care Med*. 2004;30(6):1167-74.
41. Mandelberg A, Tal G, Witzling M, Someck E, Houry S, Balin A, et al. Nebulized 3% hypertonic saline solution treatment in hospitalized infants with viral bronchiolitis. *Chest*. 2003;123(2):481-7.
42. Luo Z, Liu E, Luo J, Li S, Zeng F, Yang X, et al. Nebulized hypertonic saline/salbutamol solution treatment in hospitalized children with mild to moderate bronchiolitis. *Pediatr Int*. 2010;52(2):199-202.
43. Erdevė O, Uras N, Atasay B, Arsan S. Efficacy and safety of nebulized recombinant human DNase as rescue treatment for persistent atelectasis in newborns: case-series. *Croat Med J*. 2007;48(2):234-9.
44. De Luca D, Cogo P, Zecca E, Piastra M, Pietrini D, Tridente A, et al. Intrapulmonary drug administration in neonatal and paediatric critical care: a comprehensive review. *Eur Respir J*. 2011;37(3):678-89.
45. Hendriks T, de Hoog M, Lequin MH, Devos AS, Merkus PJ. DNase and atelectasis in non-cystic fibrosis pediatric patients. *Crit Care*. 2005;9(4):R351-6.
46. Dilmen U, Karagol BS, Oguz SS. Nebulized hypertonic saline and recombinant human DNase in the treatment of pulmonary atelectasis in newborns. *Pediatr Int*. 2011;53(3):328-31.
47. Prophan P, Greenberg B, Bhutta AT, Hyde C, Vankatesan A, Imamura M, et al. Recombinant human deoxyribonuclease improves atelectasis in mechanically ventilated children with cardiac disease. *Congenit Heart Dis*. 2009;4(3):166-73.
48. Riethmueller J, Borth-Bruhns T, Kumpf M, Vonthein R, Wiskirchen J, Stern M, et al. Recombinant human deoxyribonuclease shortens ventilation time in young, mechanically ventilated children. *Pediatr Pulmonol*. 2006;41(1):61-6. Erratum in *Pediatr Pulmonol*. 2006;41(4):388.
49. Riethmueller J, Kumpf M, Borth-Bruhns T, Brehm W, Wiskirchen J, Sieverding L, et al. Clinical and in vitro effect of dornase alfa in mechanically ventilated pediatric non-cystic fibrosis patients with atelectases. *Cell Physiol Biochem*. 2009;23(1-3):205-10.
50. Nasr SZ, Strouse PJ, Soskolne E, Maxvold NJ, Garver KA, Rubin BK, et al. Efficacy of recombinant human deoxyribonuclease I in the hospital management of respiratory syncytial virus bronchiolitis. *Chest*. 2001;120(1):203-8.
51. Kuzik BA, Al-Qadhi SA, Kent S, Flavin MP, Hopman W, Hotte S, et al. Nebulized hypertonic saline in the treatment of viral bronchiolitis in infants. *J Pediatr*. 2007;151(3):266-70, 270.e1.
52. Yates K, Festa M, Gillis J, Waters K, North K. Outcome of children with neuromuscular disease admitted to paediatric intensive care. *Arch Dis Child*. 2004;89(2):170-5.
53. Panitch HB. Airway clearance in children with neuromuscular weakness. *Curr Opin Pediatr*. 2006;18(3):277-81.
54. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax*. 2001;56(6):438-44.
55. Gauld LM, Boynton A. Relationship between peak cough flow and spirometry in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol*. 2005;39(5):457-60.
56. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J*. 2003;21(3):502-8.
57. O'Connell F, Thomas VE, Pride NB. Adaptation of cough reflex with different types of stimulation. *Eur Respir J*. 1992;5(10):1296-7.
58. Morice AH, Fontana GA, Belvisi MG, Birring SS, Chung KF, Dipcinigaitis PV, Kastelik JA, McGarvey LP, Smith JA, Tatar M, Widdicombe J; European Respiratory Society (ERS). ERS guidelines on the assessment of cough. *Eur Respir J*. 2007;29(6):1256-76.