

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**EFEITOS DO POSICIONAMENTO SOBRE
A FORÇA DOS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS, A
OXIGENAÇÃO E A FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA
EM CRIANÇAS PREMATURAS
EM DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

RITA DE CÁSSIA MALAGOLI

Belo Horizonte

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RITA DE CÁSSIA MALAGOLI

**EFEITOS DO POSICIONAMENTO SOBRE
A FORÇA DOS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS, A
OXIGENAÇÃO E A FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA
EM CRIANÇAS PREMATURAS
EM DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Orientadora: Prof. Dra Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana.

Co-orientador: Prof Dr. Eduardo Araújo de Oliveira.

Belo Horizonte
Faculdade de Medicina-UFMG
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Prof. Ronaldo Tadêu Penna

Vice-Reitor: Prof^ª. Heloísa Maria Murgel Starling

Pró-Reitor de pós-graduação: Prof. Jaime Arturo Ramirez

Diretor: Prof. Francisco José Penna

Vice-Diretor: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Chefe do Departamento de Pediatria:

Prof^ª. Cleonice de Carvalho Coelho Mota

Coordenador do Centro de Pós-Graduação:

Prof. Carlos Faria dos Santos Amaral

**Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Área de
Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente:**

Coordenador: Prof. Joel Alves Lamounier

Subcoordenador: Prof. Eduardo Araújo de Oliveira

Professores:

Ana Cristina Simões e Silva

Francisco José Penna

Ivani Novato Silva

Lincoln Marcelo Silveira Freire

Marco Antônio Duarte

Regina Lunardi Rocha

Representante discente: Ludmila Teixeira Fazito Rezende

AGRADECIMENTOS

À Professora Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana, profissional exemplar, atuante e persistente, pelo seu apoio, ensinamentos e dedicação.

A toda a equipe da Unidade Neonatal, pelo amor, dedicação e compaixão devotados ao pequeno próximo a elas confiado.

A todas as crianças participantes que, mesmo sem o saberem, proporcionaram a oportunidade deste estudo.

Às mães das crianças participantes, que mesmo em período tão difícil de suas vidas souberam compreender a importância deste estudo.

À aluna Fabiana, pelo excelente auxílio prestado na realização deste estudo.

A Magda Roquete pela revisão final.

Ao Marcelo Militão, pela análise estatística.

Aos meus pais, sempre confiantes, conselheiros e amigos.

Aos meus filhos, Ian e Iasmim, a quem dedico amor incondicional.

Em especial, agradeço ao Carlos, por compreender os períodos de ausência, pelo auxílio em todos os momentos e pelo carinho dedicado.

NOTA EXPLICATIVA

De acordo com as normas do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, esta dissertação é apresentada em duas partes. A primeira é constituída dos seguintes tópicos: Introdução, Revisão da Literatura, Objetivos, Pacientes e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusão, apresentados na íntegra, e um artigo científico; e, por fim, os anexos e apêndices.

RESUMO

Estudos atuais têm relatado melhora na oxigenação quando se coloca o paciente na posição prona. Devido a isso, essa posição vem sendo muito utilizada nas Unidades de Terapia Intensiva, para adulto e pediátrica, como procedimento complementar ao tratamento da injúria pulmonar. Entretanto, ainda não está muito claro quais são as alterações mecânicas e funcionais ocorridas no aparelho respiratório que poderiam causar essa melhora. Sabe-se que os bebês prematuros apresentam diferenças anatômicas, fisiológicas e funcionais importantes, do ponto de vista do aparelho respiratório, quando comparadas aos adultos e crianças maiores. Essas diferenças podem influenciar sua mecânica pulmonar, quando colocados em prono, com resultados diversos dos verificados em adulto e crianças maiores. Além disso, a postura prono para bebês é contra-indicada em alguns países, devido à sua relação com a síndrome da morte súbita do recém-nascido. Assim sendo, até o momento, ainda não há comprovação científica sobre quais são as modificações nos parâmetros respiratórios que ocorrem com as mudanças posturais (prono, supino) do bebê prematuro. Este estudo tem como objetivo verificar a influência do posicionamento da criança prematura sobre a força da musculatura respiratória, oxigenação e frequência respiratória. Foram realizadas medidas de pressão inspiratória máxima (Pimáx), pressão expiratória máxima (Pemáx), frequência respiratória (FR) e saturação de oxigênio (Sat O₂) nas posturas prono e supino. Foram estudadas 45 crianças, intubadas, em desmame de ventilação mecânica e que não apresentaram doenças congênitas ou malformações. A média de idade gestacional foi de 30,4 semanas (26–34) e o peso médio foi de 1.521,6 g (700–2.590 g). A saturação de oxigênio foi maior em prono ($p<0,001$), já os valores de Pimáx ($p<0,001$), Pemáx ($p=0,043$) foram menores em prono comparado à supino. A melhora na oxigenação em prono não se deve ao aumento da força dos músculos inspiratórios e expiratórios, como demonstrado pelos valores inferiores de Pimáx e Pemáx encontrados. Estes achados estão de acordo com outros estudos já realizados. Os valores de FR também tenderam a ser menores em prono, apesar de não significativos, fato que diverge da literatura revisada, a qual indica que a FR é maior ou não sofre alteração com a mudança de posição.

Palavras-chave: Oxigenação no bebê. Postura. Ventilação mecânica. Frequência respiratória.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Zona de aposição do diafragma no adulto e na criança..... 18

Figura 2 - Tamanho e forma do tórax..... 19

Gráficos

Gráfico 1 - Relação entre pressão transdiafragmática (Pdi) e pressão
inspiratória máxima (Pimáx)..... 30

Gráfico 3 - *Box-plot* de parâmetros de assistência ventilatória dos pacientes na
posição supina e prona..... 51

Quadros

Quadro 1 - Outros mecanismos pulmonares alterados pela postura em crianças. 27

Quadro 2 - Classificação do recém-nascido pelo peso x idade gestacional..... 41

Quadro 3 - Características das crianças com tempo VM>10 dias..... 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento da área de secção transversa das fibras musculares do diafragma na criança.....	19
Tabela 2 - Comparação de parâmetros pulmonares entre a criança e o adulto.....	21
Tabela 3 - Comparação de parâmetros pulmonares de acordo com a idade gestacional.....	21
Tabela 4 - Comparação de Pimáx e Pemáx x idade gestacional.....	31
Tabela 5 - Comparação de valores de Pimáx em prono e supino.....	36
Tabela 6 - Características da população estudada.....	48
Tabela 7 - Medidas de tendência central e dispersão de características clínicas e de parâmetros respiratórios.....	49
Tabela 8 - Características pós-extubação.....	50
Tabela 9 - Comparação dos valores de parâmetros respiratórios em posição supina e prona.....	50
Tabela 10 - Valores da variação da FR segundo algumas características dos pacientes.....	52
Tabela 11 - Coeficientes de correlação e de determinação entre características clínicas quantitativas e variação da FR.....	52
Tabela 12 - Valores da variação da Pimáx segundo algumas características dos pacientes.....	53
Tabela 13 - Coeficientes de correlação e determinação entre características clínicas quantitativas e variação da Pimáx.....	53
Tabela 14 - Valores da variação da Pemáx segundo algumas características dos pacientes.....	54
Tabela 15 - Coeficientes de correlação e determinação entre características clínicas quantitativas e variação da Pemáx.....	54
Tabela 16 - Valores da variação da saturação de oxigênio segundo algumas características dos pacientes.....	55
Tabela 17 - Coeficientes de correlação e determinação entre características clínicas quantitativas e variação da saturação de oxigênio.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>AAP Task Force</i>	<i>Task Force of American Academy of Pediatrics</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATS-ERS	<i>American Thoracic Society/European Respiratory Society</i>
Bpm	Batimentos por minuto
C	Complacência
C _{din,sr}	Complacência dinâmica do sistema respiratório
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
CRF	Capacidade residual funcional
CROP	$[(C_d \times P_{iMáx} \times (P_{aO_2}/P_{aO_2})]/RR)$
Csr	Complacência do sistema respiratório
Dp	Desvio-padrão
FC	Frequência cardíaca
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência respiratória
IG	Idade gestacional
IPC	Idade pós-concepção
Irpm	Incursões respiratórias por minuto
MIF	<i>Muscle Inspiratory Force</i>
O ₂	Oxigênio
PaO ₂	Pressão arterial de oxigênio
PCO ₂	Pressão parcial de gás carbônico
Pdi	Pressão transdiafragmática
Peep	Pressão positiva expiratória final
Pemáx	Pressão expiratória máxima
Pgas	Pressão gástrica
Pi	Pressão de inspiração
PIG	Pequeno para a idade gestacional
Pimáx	Pressão inspiratória máxima
Ppi	Pressão de pico inspiratório

Ppl	Pressão pleural
PVC	Pressão venosa central
R	Resistência
RN	Recém-nascido
RNPT	Recém-nascido pré-termo
Rpm	Respiração por minuto
Rsr	Resistência do sistema respiratório
SatO ²	Saturação de oxigênio
SIDS	Síndrome da morte súbita do recém-nascido
TFP	Teste de função pulmonar
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
V/Q	Relação ventilação-perfusão
VC	Volume corrente
VM	Ventilação mecânica
Vmin	Volume minuto
VR	Volume residual
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 O aparelho respiratório da criança.....	17
2.1.1 O diafragma na criança.....	17
2.1.1.1 Forma e movimentação.....	17
2.1.1.2 Tipos de fibras musculares.....	18
2.1.2 Caixa torácica na criança.....	19
2.1.3 Músculos intercostais e abdominais.....	20
2.1.4 Parâmetros respiratórios na criança.....	20
2.1.5 A frequência respiratória.....	23
2.2 Posicionamento prono.....	22
2.2.1 Histórico.....	22
2.2.2 Posicionamento em crianças prematuras.....	23
2.2.2.1 Efeitos do posicionamento sobre o sono.....	24
2.2.2.2 Efeitos do posicionamento sobre a resposta cardiovascular.....	25
2.2.2.3 Efeitos do posicionamento sobre o padrão respiratório e a apnéia da prematuridade.....	25
2.2.2.4 Efeitos do posicionamento sobre a oxigenação.....	25
2.2.2.5 Outros efeitos.....	26
2.2.3 Influências do posicionamento sobre o sistema respiratório.....	26
2.3 Pressão inspiratória máxima – Pimáx.....	28
2.3.1 Metodologia de aferição de medidas de Pimáx em crianças.....	31
2.3.2 Padronização das medidas de Pimáx e Pemáx.....	33
2.4 Pressão expiratória máxima – Pemáx.....	34
2.5 Posicionamento e volume pulmonar.....	35
2.6 Considerações gerais.....	35
3 OBJETIVOS.....	37
3.1 Objetivo geral.....	37
3.2 Objetivos específicos.....	37

4 PACIENTES E MÉTODOS.....	38
4.1 Pacientes.....	38
4.1.1 Delineamento.....	38
4.1.2 População.....	38
4.1.2.1 Critérios de inclusão.....	38
4.1.2.2 Critérios de exclusão.....	39
4.1.3 Local e período do estudo.....	39
4.2 Métodos.....	40
4.2.1 Plano de coleta e análise dos dados – definições.....	40
4.2.2 Monitorização da criança.....	42
4.2.3 Aferição das medidas.....	43
4.2.4 Rotinas.....	43
4.2.4.1 Precauções.....	44
4.2.4.2 Outros dados coletados.....	45
4.3 Cálculo amostral.....	45
4.4 Análise estatística.....	46
4.4.1 Descrição dos resultados.....	46
4.4.2 Testes estatísticos.....	46
4.5 Metodologia das referências.....	47
4.6 Metodologia da revisão bibliográfica.....	47
4.7 Aspectos éticos.....	47
5 RESULTADOS.....	48
5.1 Características demográficas da população estudada.....	48
5.2 Variação da frequência respiratória.....	51
5.3 Variação da pressão inspiratória máxima (Pimas)...	52
5.4 Variação da pressão expiratória máxima (Pemáx).....	53
5.5 Variação da saturação de oxigênio.....	54
6 DISCUSSÃO.....	56
7 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64

ARTIGO.....	72
ANEXOS E APÊNDICE.....	91

‘1 INTRODUÇÃO

O advento de novas tecnologias na área da neonatologia resultou em diminuição da taxa de mortalidade neonatal de crianças prematuras. A melhoria dos cuidados possibilita a sobrevivência de prematuros com idade gestacional muito baixa.

A introdução e adequação de recursos, antes utilizados para a avaliação e acompanhamento de adultos e crianças com maior idade, passam a ser de fundamental importância na assistência neonatal.

Entretanto, os instrumentos de avaliação dos parâmetros respiratórios dos prematuros ainda são pouco estudados. Portanto, as rotinas de cuidados a esses bebês, especificamente os efeitos da manipulação e posicionamentos dessas crianças, ainda carecem de estudos.

Sabe-se que as alterações posturais de prematuros podem afetar os mecanismos respiratórios, levando a alterações nas trocas gasosas. Alguns autores têm correlacionado a postura prona com a melhora na pressão arterial de oxigênio (PaO_2) em relação à postura supina, tanto em crianças como em adultos (BRYAN, 1974; LANGER *et al.*, 1988; MURDOCH; STORMAN, 1994). Esse pressuposto faz com que a postura prona seja utilizada nas unidades de terapia intensiva adulto e infantil, em pacientes que cursam com doença pulmonar grave. Nas unidades neonatais, essa postura é largamente empregada, tanto em crianças que requerem cuidados do ponto de vista respiratório quanto naquelas que não necessitam de suporte ventilatório ou cuidados respiratórios mais acurados, talvez devido à facilidade de se colocar o neonato nessa posição, dado seu baixo peso.

Investigações sobre posicionamento realizados com prematuros, com ou sem doença pulmonar, atestam melhora significativa da oxigenação na postura prona em relação à postura supina (BRYAN, 1974; LIOY; MANGINELLO, 1988). A postura prona também está relacionada com a melhora no padrão do sono (GOTO *et al.*, 1999; MASTERSON; ZUCKER; SCHULZE, 1987; SAHNI *et al.*, 2002). Além disso, as crianças prematuras saudáveis apresentam melhor resposta às variações de dióxido de carbono (MARTIN *et al.*, 1979) e redução dos episódios de apnéia mista e central, bradicardia e dessaturação de oxigênio, nessa posição (MAC EVOY *et al.*, 1997). Outros efeitos seriam melhora no desenvolvimento neuromotor e promoção da flatulência (MONTEROSSO; KRISTJANSON; COLE, 2002). Existem, também, estudos que contra-

indicam essa postura, pois referem que há forte associação, durante o sono, com a síndrome da morte súbita do recém-nascido (DWYER *et al.*, 1995; FRANCO *et al.*, 1996; KATTWINKEL; BROOKS; MYERBERG, 1992; NELSON; TAYLOR; WEATHERALL, 1989; SKADLBERG *et al.*, 1998). Tais pesquisas foram realizadas em crianças a termo, não hospitalizadas, mas trouxeram importantes informações sobre alterações na mecânica respiratória com as mudanças posturais em crianças.

Assim, segundo a literatura, a indicação da postura prona é controversa, pois pode trazer benefícios ou pode também ser contra-indicada para crianças prematuras hospitalizadas. Além disso, os efeitos do posicionamento sobre os mecanismos respiratórios, responsáveis pela melhora na oxigenação em prono, ainda não foram completamente investigados e a população de prematuros estudados varia em relação à idade gestacional, presença ou não de comprometimento respiratório, técnica utilizada e parâmetros de função pulmonar quantificados.

Na tentativa de investigar as causas do nível de oxigenação superior na postura prona em crianças, foram realizados estudos nos quais foram medidos diversos parâmetros respiratórios nas posturas prona e supina, tais como: complacência pulmonar (C), resistência pulmonar (R), capacidade residual funcional (CRF), volume corrente (VC), força de músculos inspiratórios (PiMáx). As influências da posição corporal sobre a caixa torácica e abdômen também foram descritas (DIMITRIOU *et al.*, 2001; NUMA; HAMMER; NEWTH, 1997; SAHNI *et al.*, 2002).

Wolfson *et al.* (1992), medindo a sincronia tóraco-abdominal em prono e supino, observaram que não houve variação significativa do volume corrente, pressão transpulmonar ou fluxo aéreo comparando-se os dois posicionamentos em crianças prematuras. Mas houve aumento significativo na movimentação da caixa torácica em prono comparado com supino, assim como melhora do sincronismo tóraco-abdominal nessa posição. Eles explicam esses achados pela alteração na área de aposição do músculo diafragma e aumento da tensão passiva de outros músculos na caixa torácica. Seguindo esta linha de raciocínio, uma avaliação sobre a relação da postura com o comprimento em repouso do diafragma e a incursão diafragmática durante a respiração basal em crianças a termo mostrou que a incursão e a porcentagem de encurtamento diafragmáticos na postura prona são mais altos que na supina e que o comprimento em repouso do diafragma é menor em prono, “talvez devido a um volume expiratório final aumentado ou alteração da conformação torácica nessa posição” (REHAN *et al.*, 2000).

Com base nessas assertivas, pode-se deduzir que o diafragma, como principal músculo atuante na respiração em prematuros, teria que gerar mais força na postura prono. Entretanto, Dimitriou *et al.* (2001) verificaram que a medida da PiMáx foi maior na postura supina comparada à postura prona, sugerindo que a maior oxigenação observada em prono não se deve à maior força diafragmática nessa posição.

Testes de função pulmonar (TFP) clássicos têm sido modificados e aplicados em crianças e métodos inovadores têm sido desenvolvidos (GAUTIER, 1995). Além disso, os testes de função pulmonar e valores de referência das variáveis respiratórias dos bebês prematuros necessitam de mais investigações.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivos determinar as variações de força da musculatura inspiratória e expiratória por meio de medidas da pressão inspiratória máxima (Pimax) e da pressão expiratória máxima (Pemáx), respectivamente, além da verificação da frequência respiratória (FR) e saturação de oxigênio (SatO²) nas posturas prona e supina, de bebês prematuros. Outras avaliações sobre Pimáx em crianças prematuras foram realizadas com a criança respirando de forma espontânea. Neste estudo, as medidas foram feitas nas crianças intubadas, em desmame de ventilação mecânica.

A mensuração da força da musculatura respiratória da criança em prono e supino, aliada à análise da FR, dará informações relacionadas ao grau de esforço e eficiência da musculatura respiratória requeridos em cada postura. Além disso, a partir das medidas de saturação de oxigênio pode-se inferir sobre a relação do posicionamento com a oxigenação nas crianças prematuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O aparelho respiratório da criança

Durante o período neonatal, um número de diferenças estruturais, funcionais e fisiológicas do aparelho respiratório do recém-nascido em relação ao adulto tem significativa importância. A aferição dos TFPs em crianças, principalmente naquelas nascidas prematuramente, deve levar em consideração essas diferenças (ATS/ERS, 1995; TRAEGER; PANITCH, 2004).

2.1.1 O diafragma na criança

O diafragma nos neonatos é o principal músculo respiratório, fazendo quase todo o trabalho da respiração (MURPHY; WOONDRUM, 1998).

2.1.1.1 Forma e movimentação

Recentes estudos envolvendo recém-nascidos sugerem que o diafragma dessas crianças é relativamente mais plano logo após o nascimento e sua curvatura desenvolve-se com o crescimento do tórax e dos órgãos internos (LUND; LARO, 1988). Além disso, nos recém-nascidos há assimetria de movimentos durante a respiração e a porção posterior do diafragma apresenta excursão bem maior que a anterior. O movimento axial do diafragma, nos neonatos varia de 2,6 +/- 0,2 mm, anteriormente, a 4,8+/-3.0, posteriormente (LAING, 1988). Assim, esse músculo é potencialmente menos efetivo em termos de habilidade para comprimir o conteúdo gástrico e expandir o tórax inferior devido à sua forma aplanada, com conseqüente diminuição da área da zona de aposição, nas crianças (GAUTIER, 1995). O volume minuto deslocado pelo diafragma e o trabalho diafragmático aumentam com o tempo (HELDT, 1988).

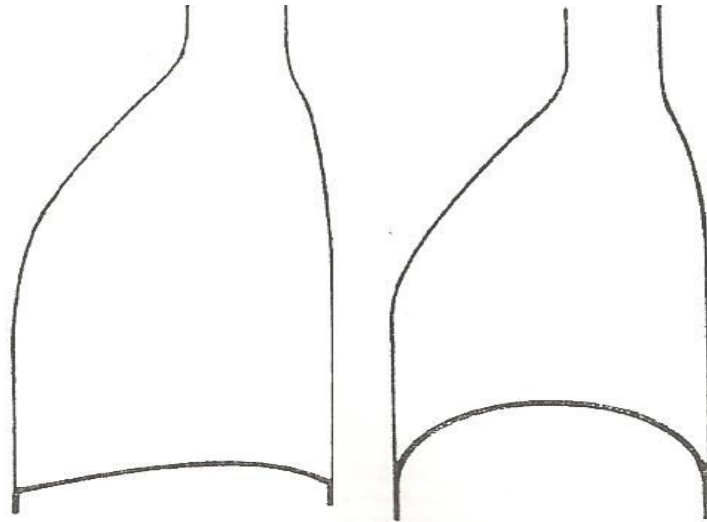


FIGURA 1 – Zona de aposição do diafragma no adulto e na criança.

Fonte: Bancalari (*apud* POLIN; FOX, 1998) e Murphy e Woodrum (1998).

2.1.1.2 Tipos de fibras musculares

Além de sua desvantagem mecânica (forma aplainada com diminuição da zona de aposição), o diafragma dos recém-nascidos pré-termo (RNPT) apresenta desenvolvimento incompleto de fibras musculares, sendo que a proporção de fibras resistentes à fadiga representa apenas 20% daquelas encontradas em adultos. A proporção de fibras tipo I é pequena, menos de 10%, além de baixa percentagem de fibras tipo II. As fibras tipo I aumentam rapidamente até os seis meses de idade, quando um tipo adulto de composição de fibras aparece. As fibras IIA e IIC, pouco resistentes à fadiga, são substituídas por fibras tipo IA, resistentes, e em menor quantidade pelas fibras tipo IIB (KEENS *et al.*, 1978). Então, a capacidade oxidativa total do diafragma é pequena ao nascimento, sugerindo mais facilidade para a fadiga (POLLA *et al.*, 2003; SIECK; FOURNIER; BLANCO, 1991). As fibras diafragmáticas têm seu desenvolvimento intra-uterino completo. O número de fibras musculares é fixo desde o nascimento. O aumento de peso e tamanho muscular que ocorre com o crescimento e desenvolvimento é resultado de hipertrofia das fibras musculares (GOLLNICK *et al.*, 1981). A implicação fisiológica desses achados é que os músculos respiratórios, durante a infância precoce e nos prematuros, podem ser menos capazes de gerar força e resistir à fadiga (TAB. 1).

TABELA 1

Crescimento da área de secção transversa das fibras musculares do diafragma na criança

IDADE	TIPO I	TIPO IIA	TIPO IIB	TIPO IIC
1 dia	138	204	150	139
1 mês	656	733	441	456
6 meses	4.387	4.275	5.413	4.211
3-6 anos	6.862	5.038	5.962	

Área de secção transversa é dada em micra.

Fonte: Mayock (1987) e Bancalari (*apud* POLIN; FOX, 1998).

2.1.2 Caixa torácica na criança

Nas crianças, principalmente nas prematuras, o esqueleto do tórax é mole e flexível (GERHARDT; BANCALARI, 1980). A caixa torácica é mais circular, perdendo a eficiência mecânica (OPENSHAW; EDWARDS; HELMS, 1984). A parede torácica é três vezes mais complacente que o pulmão e isto leva à instabilidade da parede torácica, que pode ser facilmente deformada com as alterações posturais (PASPATEMELOS *et al.*, 1995). Ocorre, também, desproporção na relação dos diâmetros ântero-posterior e lateral do tórax. A contribuição da caixa torácica para a respiração é pequena na infância e aumenta com a idade, sendo que aos nove meses de idade ela se parece com a do adulto (HERSHENSON *et al.*, 1990). Além disso, com o desenvolvimento, a orientação dorso-ventral das costelas passa de inclinação mais horizontal para mais caudal (DEVLIEGER, 1987).

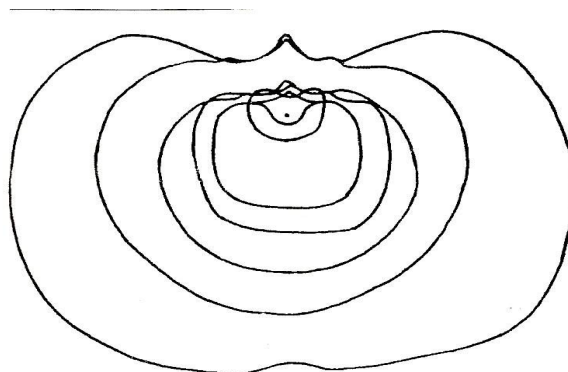


FIGURA 2 – Tamanho e forma do tórax.

Fonte: Murphy e Woodrum (1998, p.1.072) e Bancalari (*apud* POLIN; FOX, 1998).

2.1.3 Músculos intercostais e abdominais

São escassos os estudos sobre a ação da musculatura intercostal na respiração, em crianças prematuras. Sabe-se que nesses indivíduos esses músculos mantêm nível de tônus mínimo que garantem a caixa torácica estabilizada durante a respiração normal. Entretanto, durante o sono profundo essa tonicidade é minimizada ou mesmo anulada, ocorrendo, então, desestabilização da caixa torácica e assincronia tóraco-abdominal (GUSLITS *et al.*, 1987).

Os músculos reto-abdominais, oblíquos externos e internos formam a parede anterior e lateral do abdômen e têm a ação de conter o conteúdo abdominal durante a excursão diafragmática. Apresentam atividade contrátil durante a expiração ativa, tosse e espirro, em adultos (OSMOND, 1985). Há poucos relatos na literatura sobre a ação dos músculos abdominais na criança prematura. Um estudo realizado com eletromiografia usando-se eletrodos de superfície em bebês nascidos com 25 a 34 semanas de idade gestacional informa que as crianças sem dificuldade respiratória não apresentam atividade dos músculos oblíquo externo, apenas naquelas com doença respiratória esses músculos têm atividade na expiração (SOUTH; MORLEY; HUGHES, 1987).

2.1.4 Parâmetros respiratórios na criança

A criança prematura apresenta valores de parâmetros respiratórios diferentes dos encontrados em nascidos a termo e adultos. A complacência do sistema respiratório (C_{sr}) é menor, já a resistência do sistema respiratório (R_{sr}), a FR e o volume minuto (V_{min}) são maiores. Esses valores se alteram com a progressão da idade gestacional (TAB. 2) – *International Intensive Care Conference*, (2007).

TABELA 2

Comparação de parâmetros pulmonares entre a criança e o adulto

Variável	Neonato	Adulto
Complacência (mL/cm H ₂ O)	5	100
Resistência (cm H ₂ O/l/s)	30	2
Constante de tempo (seg)	0,5	1,3
Frequência respiratória (respirações/min)	32	15

Fonte: *International Intensive Care Conference*,(2007).

Cuesta *et al.* (1990) avaliando 26 neonatos sem doença respiratória, relatam que com a progressão da idade gestacional ocorrem: aumento da complacência e diminuição da resistência, frequência respiratória e Vmin, como mostra a TAB. 3:

TABELA 3

Comparação de parâmetros pulmonares de acordo com a idade gestacional

Idade gestacional	< 34 semanas	> 34 semanas
Parâmetro	Valores médios	
FR (rpm)	55	50
VC (mL/Kg)	6,5	6,7
Vmin (mL/min)	356	328
Rsr (cm/l/seg)	86	81
C din.sr (mL/cm/Kg)	3,3	4,2

Rpm = respiração por minuto.

Fonte: *International Intensive Care Conference*,(2007).

2.1.5 A frequência respiratória (FR)

No recém-nascido, a FR é alta. Uma explicação para isto é que, a partir desse aumento de frequência, a criança consegue aumentar seu potencial de geração de força. Isto se deve ao fato de o nível de descarga do nervo frênico estar intimamente associado à curva de força-frequência, sugerindo considerável potencial de aumento de produção de

força com pequeno aumento do disparo de frequência (ISCO *et al.*, 1976). Além disso, a combinação de alta resistência com baixa complacência do pulmão, na criança, gera a necessidade de V_{min} alto, requerendo alta frequência respiratória (INTERNATIONAL INTENSIVE CARE CONFERENCE, 2007). Dados de pesquisa também sugerem relação entre a frequência respiratória e o potencial aeróbico oxidativo dos vários tipos de fibras do diafragma (GREEN; REICHMENN; PETTE, 1985).

Entretanto, esse aumento de FR dificulta a leitura da $PiMáx$ pelo método descrito originalmente de oclusão no final da expiração. Alguns estudos em prematuros utilizaram, então, uma válvula unidirecional que permite a expiração e não a inspiração. Essa válvula faz com que a criança entre no volume residual (VR) sem necessitar de oclusão. Marini, Smith e Lamb (1986) mostraram que a pressão máxima gerada foi maior empregando-se a válvula unidirecional ao invés do método de oclusão. Essa técnica também vem sendo adotada em crianças intubadas, na qual o manômetro é conectado à válvula e esta ao tubo endotraqueal (El-KHATIB *et al.*, 1996; FITZGERARD *et al.*, 2000; LEIPÄLÄ *et al.*, 2003; THIAGARAJAN *et al.*, 1999).

2.2 Posicionamento prono

2.2.1 Histórico

A posição prona, como método auxiliar no tratamento de injúria pulmonar, foi primeiramente relatada por Bryan (1974). Langer *et al.* (1988) foram os primeiros autores a classificar pacientes que apresentaram alteração da oxigenação na postura prona. Eles descreveram, em um estudo com 213 pacientes adultos com doença respiratória, que 69% destes exibiram melhora na oxigenação quando colocados em prono.

Em revisão sistemática realizada por Curley (1999), foram analisados 17 artigos nos quais a posição prona foi avaliada na população adulta e infantil, exceto nos neonatos. Essa população era de pacientes com síndrome da angústia respiratória aguda. Os potenciais benefícios dessa postura destacados nesse estudo incluem melhora na oxigenação em curto prazo, com conseqüente uso de níveis de pressão de vias aéreas menos prejudiciais e de oxigênio inspirado menos tóxicos para o paciente, na medida em que o tempo de ventilação mecânica diminui.

2.2.2 Posicionamento em crianças prematuras

O posicionamento prono em recém-nascidos e crianças nascidas prematuramente é assunto bem mais controverso. Essa posição foi contra-indicada devido a várias evidências e relatos de que estaria relacionada à síndrome da morte súbita do recém-nascido (SIDS) - (DWYER *et al.*, 1995; FRANCO *et al.*, 1996; KATTWINKEL; BROOKS; MYERBERG, 1992; NELSON; TAYLOR; WEATHERALL, 1989; SKADLBERG *et al.*, 1998). Segundo a *Chief Medical Officers Expert Group* (1993), o risco relativo para a ocorrência de síndrome da morte súbita em crianças recém-nascidas dormindo em prono é de 1,9 a 12,7.

A *American Academy of Pediatrics Task Force on Infant Positioning and SIDS* (AAP, 1992) publicou a recomendação de que crianças saudáveis a termo deveriam ser posicionadas em decúbito lateral ou supino durante o sono, ao invés de serem posicionadas em prono. Porém, na recomendação original estão citadas exceções para a postura não-prona durante o sono: crianças prematuras com doença respiratória, com sintomas de refluxo gastro-esofágico ou com malformação de vias aéreas superiores. A exceção para as crianças prematuras foi feita devido a evidências de que elas também se beneficiariam dessa postura, assim como os adultos e crianças maiores. Em seguida, a *Task Force*, por meio de revisões de alguns estudos, retirou da lista de exceções os prematuros, pois nenhum estudo mostrou que eles estavam fora da população de risco de SIDS. As recomendações atuais da AAP são:

- As crianças devem ser colocadas para dormir na posição não-prona, a posição supina confere risco mais baixo e é a preferida. Entretanto, a posição de lado também confere menos risco em relação à posição prona.
- Superfícies macias e objetos sufocantes devem ser evitados ao dormir.
- A recomendação atual é para crianças saudáveis apenas. Os pediatras devem considerar os riscos relativos e benefícios. O refluxo gastro-esofágico e certas anomalias das vias aéreas superiores que predis põem à obstrução de via aérea e talvez algumas outras doenças possam ser indicação da posição prona para dormir.
- A recomendação atual é para crianças durante o sono. Algumas exceções podem ser feitas enquanto a criança está acordada e sendo observada, devido a questões

relacionadas ao desenvolvimento e auxílio na prevenção de pontos de pressão na região occipital.

A posição de decúbito lateral também foi investigada quanto ao risco de morte súbita. Em 1997, foi publicado um estudo de coorte envolvendo 12.348 nascidos vivos a termo, acompanhados por seis meses pós-nascimento, do qual se concluiu que a postura de decúbito lateral apresentou maior incidência de problemas respiratórios e gastrointestinais que a postura supina (HUNT; FLEMING; GOLDING, 1997). Outra pesquisa longitudinal coorte com 3.733 crianças saudáveis, nascidas com peso acima de 2.500 g, avaliadas com um, três e seis meses, referencia que não foi identificada ocorrência maior de sintomas ou doenças na postura supina ou lateral em relação à postura prona durante os primeiros seis meses de vida da criança (HUNT *et al.*, 2003).

Galland, Taylor e Bolton (2001) publicaram metanálise realizada com o objetivo de se investigar a ligação da postura prona com a morte súbita do recém-nascido. As hipóteses sugeridas nesses artigos revisados, sobre a causa da morte em crianças recém-nascidas posicionadas em prono, foram: hipertermia por restrição da perda de calor, asfixia por restrição à dispersão de gases exalados ou por obstrução de vias aéreas, estímulo do reflexo laríngeo, isquemia cerebral por compressão da artéria vertebral por extensão ou rotação do pescoço e comprometimento do controle cardiorrespiratório. Jeffery, Megevan e Page (1999) sugeriram que a morte em crianças recém-nascidas posicionadas em prono poderia ser causada por aumento do limiar de estímulo necessário para desencadear o reflexo de proteção de vias aéreas quando o prono era adotado. No entanto, não está bem esclarecida a relação causa-efeito da morte súbita do recém-nascido nessa posição.

2.2.2.1 Efeitos do posicionamento sobre o sono

Entre os efeitos da posição prona em prematuros e recém-nascidos a termo nascidas com baixo peso, estão:

- Diminuição do número de episódios de despertar (ARIAGNO *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 1999; HORNE *et al.*, 2002; MASTERSON; ZUCKER; SCHULZE, 1987; SAHNI *et al.*, 2002).
- Aumento da duração do sono profundo (MASTERSON; ZUCKER; SCHULZE, 1987; SAHNI *et al.*, 2002; WORAGIDPOONPOL, 2001).

- Resposta protetora de despertar, após estímulo hipóxico, maior em prono (GALLAND; TAYLOR; BOLTON, 2001).

2.2.2.2 Efeitos do posicionamento sobre a resposta cardiovascular

- Aumento da frequência cardíaca (CHONG; MURPHY; MATTHEWS, 2000; SKADERG *et al.*, 1998).
- Diminuição da variabilidade da frequência cardíaca (FRANCO *et al.*, 1996; GOTO *et al.*, 1999; SAHNI *et al.*, 2002).

2.2.2.3 Efeitos do posicionamento sobre o padrão respiratório e a apnéia da prematuridade

Estudos realizados com crianças prematuras que apresentavam episódios de apnéia freqüentes mostraram que na posição prona ocorre:

- Menor frequência de apnéia central e mista (HEIMLER *et al.*, 1992; KURLAK; RUGGINS; STEPHENSON, 1994).
- Aumento do número de respiração periódica (HEIMLER *et al.*, 1992).
- Frequência menor de bradicardia e queda de saturação durante os períodos de apnéia (KURLAK; RUGGINS; STEPHENSON, 1994).
- Frequência respiratória mais alta em prono (LEILÃPÃ *et al.*, 2003). Outros estudos não relatam alteração significativa da FR com a posição (ANTUNES; RUGOLO; CROCCI, 2003; LEVY *et al.*, 2006; SCHWARTZ; FENNER; WOLFDORF, 1975).
- A posição prona com cabeceira elevada a 15° comparada à mesma posição com cabeceira a 0° está relacionada a episódios menos freqüentes de bradicardia e dessaturação (JENNI *et al.*, 1999).

2.2.2.4 Efeitos do posicionamento sobre a oxigenação

Bryan (1974) foi o primeiro autor a defender a postura prona como procedimento auxiliar na doença pulmonar. Estudos sobre posicionamento, realizados com crianças pré-termo respirando espontaneamente (BHAT *et al.*, 2003;

CHAI SUPAMONGKOLARP *et al.*, 1999; KASSIM *et al.*, 2007; MARTIN *et al.*, 1979; SCHWARTZ; FENNER; WOLFSDORT, 1975; WORAGIDPOONPOL, 2001) ou respirando com o auxílio de ventilação mecânica (VM) - (BALAGUER; ESCRIBANO; ROQUE, 2006; BRUNO *et al.*, 2001; PELOSI *et al.*, 1988; RELVAS; SILVER; SAGY, 2003), evidenciam aumento da oxigenação, seja por aumento de pressão arterial de oxigênio (PaO_2) ou saturação de oxigênio (SatO_2) na postura prona. Pesquisas têm mostrado que a melhora na oxigenação na postura prona, em crianças e adultos com falência respiratória aguda, ocorre em 70 a 80% dos casos (CURLEY; THOMPSON; ARNOLD, 2000; KORNECKI *et al.*, 2001; PELOSI *et al.*, 1988).

2.2.2.5 Outros efeitos

A postura prona também está relacionada a:

- Melhora no desenvolvimento neuromotor (MONTEROSSO; KRISTJASON; COLE, 2002).
- Aumento de pressão parcial de gás carbônico no sangue (PCO_2) - (SCHWARTZ; FENNER; WOLFSDORT, 1975).
- Menos dispêndio de energia (MASTERSON; ZUCKER; SCHULZE, 1987).
- Diminuição da perda de calor: a posição prona diminui a superfície corporal para a perda de calor e pode levar à hipertermia (NELSON; TAYLOR; WEATHERALL, 1989).

2.2.3 Influências do posicionamento sobre o sistema respiratório

As causas da melhora na oxigenação, na postura prona ainda não são muito bem definidas. Pelosi, Brazzi, Gattioni (2002) em artigo de revisão concluíram que a oxigenação melhorou em 70 a 80% dos pacientes com síndrome da injúria pulmonar aguda. A literatura atual tem relatado vários testes de função pulmonar com o objetivo principal de verificar quais as alterações fisiológicas e mecânicas do aparelho respiratório que estariam sendo influenciadas pela postura, com conseqüente aumento na oxigenação (QUADRO 1).

QUADRO 1

Outros mecanismos pulmonares alterados pela postura em crianças

AUTOR	DATA	POPULAÇÃO E MATERIAIS	EFEITOS DA POSIÇÃO PRONA
Hutchison, Ross e Russel	1979	-23 RNs em respiração espontânea (sendo 13 c prematuras), com IG 26 a 42. -Pneumotacógrafo	Em comparação a supino e lateral direito ocorrem: \uparrow VC, \uparrow Vmin, \uparrow trabalho elástico, \uparrow trabalho viscoso, \uparrow trabalho total no prematuro. A postura não influenciou esses parâmetros na criança a termo.
Wagaman <i>et al.</i>	1979	-14 crianças intubadas. -Pneumatacógrafo	Em relação à supino ocorrem: \uparrow PaO ² , \uparrow da complacência dinâmica, \uparrow VC. Esses valores na postura prono com abdômen livre não diferem dos valores na postura prono com abdômen restrito.
Adams, Zabaleta e Sackaner	1994	-20 RNs em respiração espontânea, a termo. -Pletismografia	Em comparação à supino ocorrem: \uparrow VC, \uparrow fluxo inspiração \uparrow Vmin, menor incoordenação tóraco-abdominal. Não houve alteração da FR ou tempo inspiratório.
Numa, Hammer e Newth	1997	-30 crianças com idade 3-7,6 anos intubadas sob bloqueio neuromuscular. -Lavagem de Nitrogênio.	Em relação à supino não houve alteração da CRF ou da diferença alvéolo-arterial de oxigênio (O ²).
Rehan <i>et al</i>	2000	-16c a termo saudáveis com IG 39 semanas. -Ultra-sonografia no nível da zona de aposição do diafragma.	Não houve diferença entre SatO ² , FR e FC entre a postura prono e supino. A espessura do diafragma foi maior em prono. O comprimento em repouso do diafragma é menor em prono e durante a respiração basal o encurtamento do diafragma é maior em prono.
Martin <i>et al.</i>	2000	-15 c. com doença médico-cirúrgica com idade 55,4 semanas a 16,3 anos	Comparada a supino ocorre: \uparrow PaO ² /FiO ² , \uparrow SatO ² , \uparrow VC, \downarrow PcO ² . Não houve alteração de: FC, pressão arterial média, PVC.
Garcia	2003	-23 pacientes com média de idade de 12,6 anos, em VM	\uparrow PaO ² /FiO ² na postura prono em relação à supino.
Antunes, Rugoso e Crocci	2003	-42 pré-termos em VM	Não houve diferença da FC, FR, SatO ² . Os episódios de \downarrow SatO ² foram mais freqüentes na postura supino. Parâmetros ventilatórios \downarrow mais rápido e a reintubação foi menos freqüente em prono.

C= criança; RN = recém-nascido; IG = idade gestacional; FC = frequência cardíaca; PVC = Pressão venosa central.

Fonte: elaborado pela autora.

Além das influências do posicionamento sobre os parâmetros respiratórios citados no QUADRO 1, são encontrados na literatura outros efeitos sobre o pulmão, que poderiam justificar a melhora da oxigenação em prono, como:

Efeitos do posicionamento sobre a relação ventilação/perfusão (V/Q)

- Diminuição das áreas de *shunt* pulmonar: em supino a porção dorsal do pulmão apresenta maior fração de *shunt*, ou seja, alta perfusão e pobre aeração. Na posição prona, há aumento da ventilação na região dorsal do pulmão, sem perda de ventilação na região anterior; a ventilação pulmonar se torna mais uniforme, o que leva à diminuição da fração de *shunt* pulmonar (MURE; MARLTING; LINDAH, 1997; RICHTER *et al.*, 2005).
- Recrutamento alveolar: Adams, Zabaleta e Sackaner (2002) ressaltam que o pulmão do RNPT possui maior quantidade de líquidos comparado à criança a termo e que esse líquido se posiciona na região dorsal quando em supino, impedindo as trocas gasosas nessa grande área do pulmão. A posição prona permite a saída de fluidos da região dorsal do pulmão. Além disso, ocorre reabertura de áreas da porção posterior central do pulmão, que sofrem maior compressão em supino (PRISK *et al.*, 2007). Esse recrutamento alveolar leva ao aumento das áreas de relação V/Q normais, com conseqüente melhora rápida da oxigenação (PAPPERT; FALKE, 1996).
- Redistribuição do fluxo sanguíneo para alvéolos reabertos das áreas dependentes para áreas de recrutamento alveolar (LANGER *et al.*, 1988).

A postura prona também está relacionada à otimização da drenagem de secreções bronquiais (LAMM; GRAHAM; ALBERT, 1994).

2.3 Pressão inspiratória máxima – Pimáx

Um dos parâmetros que poderiam estar alterados e, conseqüentemente, influenciar as trocas gasosas com melhora na oxigenação obtida quando se posiciona o

paciente em prono é a força da musculatura respiratória. Sabe-se que a quantidade de força isométrica gerada pelo músculo é função do comprimento-tensão da fibra muscular no início da contração (CLOSE, 1972). Assim, o posicionamento poderia alterar o componente comprimento-tensão da fibra, interferindo na sua contração.

A força da musculatura inspiratória e expiratória pode ser inferida a partir da pressão gerada por um esforço máximo inspiratório e expiratório, respectivamente. O nível de força foi, originalmente, expressado como pressão transdiafragmática (Pdi), que é igual à pressão gástrica (Pgas) menos a pressão pleural (Ppl) - (DIMITRIOU *et al.*, 2001).

$$\mathbf{Pdi = Pgas - Ppl} \quad \text{a Pdi infere a força da musculatura respiratória.}$$

No entanto, a Pdi é uma medida invasiva que requer a colocação de balão intra-esofágico e intragástrico. Já a medida de Pimáx (pressão inspiratória máxima) é um método não invasivo e seguro para medirem-se as pressões inspiratórias (DIMITRIOU *et al.*, 2001).

Uma avaliação feita por Dimitriou *et al.* (2001) em 28 crianças com IG 25 a 42 semanas, respirando espontaneamente, com o objetivo de verificar se os valores de Pdi correlacionavam-se com os valores de Pimáx, concluiu que apesar dos valores de Pimáx serem inferiores aos seus correspondentes de Pdi, a Pimáx pode ser usada como alternativa à Pdi nas medidas de força diafragmática (GRAF. 1).

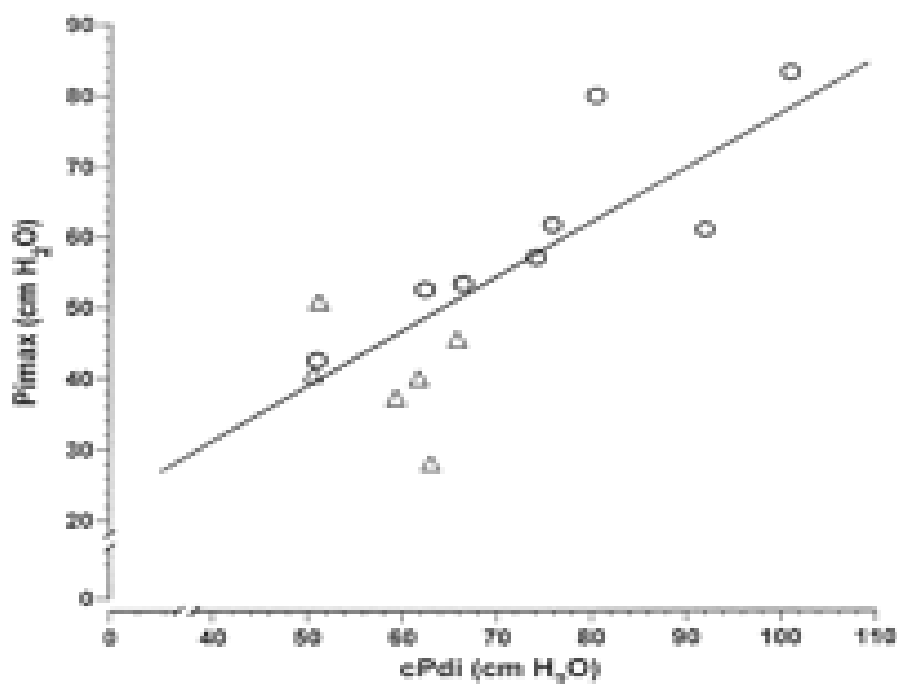


GRÁFICO 1 - Relação entre pressão transdiafragmática (Pdi) e pressão inspiratória máxima (Pimáx).

Crianças pré-termo representadas por triângulos e crianças a termo por quadrados.

Fonte: Dimitriou *et al.* (2001).

A Pimáx não permite discriminação entre grupos musculares inspiratórios, mas é um método eficaz de medida de força de músculos inspiratórios e tem sido utilizada em estudos com crianças nascidas a termo e prematuros como índice preditivo em desmame de ventilação mecânica (BAUMEISTER *et al.*, 1997; DIMITRIOU *et al.*, 2002a; EL-KHATIB *et al.*, 1996; FARIAS; ALÍA; RETTA, 2002; SOHULTS *et al.*, 1979; THIAGARAJAN *et al.*, 1999).

Estudos sobre força muscular em prematuros enfatizam que a Pimáx (pressão inspiratória máxima) está relacionada à idade gestacional e idade pós-concepção, sendo encontrados valores menores de Pimáx em prematuros com menor idade gestacional e pós-concepção (DIMITRIOU *et al.*, 2001) - (TAB. 4).

TABELA 4
Comparação de Pimáx e Pemáx x idade gestacional

	Termo	Pré-termo
Pimáx	70,3 (18,7)	58,4 (17,1)
Pemáx	52,9 (13,4)	44,1 (8,5)
Pimáx	64,7 (42–105,3)	59,1 (28,9–85,6)
Pemáx	55,6 (25,9–82,7)	45,8 (28,9–58,0)

Fonte: Dimitriou *et al.* (2000).

2.3.1 Metodologia de aferição de medidas de Pimáx em crianças

Há muitas divergências na literatura quanto à metodologia para a aferição das medidas de Pimáx em prematuros. Os autores a seguir mediram a Pimáx em seus estudos e usaram as metodologias:

- Shimada *et al.* (1979) estudaram 25 crianças com menos de um ano de idade, em ventilação mecânica por mais de 24 horas. A Pimáx foi medida durante o choro com manômetro conectado diretamente ao tubo. A oclusão foi feita no final da expiração por cinco a seis respirações forçadas. As medidas foram feitas logo antes da extubação.
- Shoults *et al.* (1979) acompanharam 29 crianças com idade gestacional de 27 a 40 semanas, em ventilação mecânica. Utilizaram o manômetro Boehringer® conectado diretamente ao tubo. A oclusão foi feita na CRF por seis tentativas de inspiração. A maior Pimáx das 3-4 tentativas foi a escolhida.
- Van Lierge *et al.* (1992) mediram a Pimáx em 58 crianças em ventilação mecânica, mas não descreveram a metodologia empregada, assim como Farias, Alías e Retta (2002), que mediram a Pimáx em 418 crianças de um mês a 15 anos, intubadas e sendo desmamadas por peça T.

- El-Khatib *et al.* (1996) aferiram a Pimáx de 50 crianças em ventilação mecânica, com idade de oito dias a 22 anos. A medida foi feita antes da extubação, com válvula unidirecional. A oclusão foi mantida por 20 segundos.
- Baumeister *et al.* (1997) obtiveram medidas de Pimáx em 47 crianças sob ventilação mecânica, com idade de três dias a 22 anos. O manômetro foi conectado diretamente ao tubo e a oclusão foi feita ao final da expiração.
- Thiagarajan *et al.* (1999) avaliaram 227 crianças de zero a 15 anos, sob ventilação mecânica, por meio da técnica de Baumeister *et al.* (1997). Foi utilizado o manômetro Rusch® com uma válvula unidirecional conectada diretamente ao tubo endotraqueal. Foram realizadas três oclusões de apenas uma respiração. A deflexão negativa máxima foi escolhida como Pimáx. O tempo de repouso foi de um minuto entre as medidas, que foram feitas poucos minutos antes da extubação.
- Fitzgerald *et al.* (2000) avaliaram 24 crianças pré-termo nascidas com peso < 1,0 kg, aos 27, 31, 35 semanas pós-concepção, usando válvula unidirecional de oclusão (balão inflado manualmente) colocado em linha com o circuito do respirador ou externamente ao manômetro. A oclusão foi sustentada por 20 segundos (igual a 10 ciclos respiratórios) ou até que a FC fosse < 100 ou $\text{SatO}_2 < 90$.
- Dimitriou *et al.* (2001) investigaram a Pimáx em 28 crianças com idade gestacional de 25-42 semanas e idade pós-concepção de 37,6 semanas. A medida foi efetuada por meio de máscara facial e a oclusão feita na distorção da caixa torácica, duas a três vezes, com cinco ou mais oclusões em cada vez.
- Dimitriou *et al.* (2002b) rastrearam a Pimáx de 20 crianças com idade gestacional de 23 a 43 semanas e idade pós-natal de quatro a 91 dias. As medidas foram feitas com o uso de máscara facial e válvula unidirecional. Foi realizada oclusão por cinco respirações, série de três oclusões, sendo a oclusão mantida até que a saturação fosse > 85%.
- Leipälä *et al.* (2003) realizaram medidas de 20 crianças de 25-32 semanas de idade gestacional e idade pós-concepção de 33-39 semanas, em desmame de VM. A medida foi efetuada com válvula unidirecional conectada entre a máscara e o manômetro. A oclusão foi mantida até a criança fazer cinco esforços respiratórios. Foram feitos dois dias de medidas e a Pimáx foi a média desses dois dias.
- Dimitriou *et al.* (2003) estudaram 26 crianças em pós-cirurgia de defeito da parede abdominal, sendo 10 em pós-operatório de hérnia diafragmática congênita e 36

controles saudáveis. A Pimáx foi medida durante o choro, com máscara facial e a oclusão foi feita durante inspiração máxima.

2.3.2 Padronização de medidas de Pimáx e Pemáx

Em relação aos testes de músculos respiratórios, especificamente as medidas de Pimáx, a ATS/ERS (2002) cita Marini, Smith e Lamb (1986), no item medida de função muscular na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Nessa situação pode-se medir a Pimáx de pacientes dependentes de ventilação mecânica por meio de válvula unidirecional, bloqueando-se a inspiração e fazendo com que o paciente alcance o volume residual do pulmão; assim a pressão de inspiração (P_i) medida pode ser a máxima. A maior Pimáx gerada geralmente ocorre após 15-20 esforços ou após 15-20 segundos de oclusão.

No item “teste de função muscular em crianças”, a ATS/ERS (2002) recomenda fazer cinco manobras ou mais de oclusão até se obterem dois valores reprodutíveis de Pimáx, cujos valores, e também os de Pemáx, são independentes da configuração tóraco-abdominal assumida durante a manobra.

A literatura é escassa em relação às condutas para aferição de medidas de Pemáx.

A ATS/ERS (1995) traz as recomendações gerais sobre as condições para a realização dos testes de função pulmonar em crianças.

- **Local / Equipamentos**

- a) O local da medida deve prover-se de equipamentos disponíveis de ressuscitação, oxigênio e aspiração.
- b) Uma segunda pessoa deve estar presente para monitorar a criança na UTI.
- c) Os equipamentos que ficam em contato com a criança devem estar esterelizados ou desinfetados durante o teste.
- d) A temperatura da sala deve estar entre 20-25° (alteração de temperatura corporal influencia a FR e o padrão respiratório da criança).

- **Criança**

- a) Não deve ser realizado exame na presença de infecção do trato respiratório. Deve-se medir peso e comprimento.

b) Deve-se monitorizar a criança com oximetria e sinais vitais.

- **Alimentação**

a) O teste deve ser feito após 30 minutos da dieta.

- **Postura**

a) A postura pode alterar a pressão esofágica e alguns mecanismos pulmonares.

b) Evitar flexão, rotação e hiperextensão do pescoço.

c) Normalmente os TFPs são feitos em supino ou decúbito lateral.

a) Não há dados normativos para os TFPs em prono.

- **Sedação**

a) Os exames devem ser realizados durante o sono natural sem sedação.

2.4 Pressão expiratória máxima - Pemáx

A Pemáx é a pressão máxima gerada durante a expiração ativa. Pode ser medida na criança durante o choro (DIMITROU *et al.*, 2000) e infere a força da musculatura expiratória. Poucos dados foram relatados na literatura sobre os valores de Pemáx em crianças prematuras.

2.5 Posicionamento e volume pulmonar

Há várias evidências, tanto em humanos como em animais, de que as variações no volume pulmonar têm efeito no comprimento em repouso do diafragma. O aumento desse volume no final da expiração causa encurtamento do diafragma, promovendo diminuição na pressão inspiratória gerada (SMITH; BELLEMARE, 1987). Durante a inflação pulmonar passiva em cães foi constatada relação linear entre o volume pulmonar e o comprimento do diafragma, entretanto, a relação da dimensão da parede torácica com o comprimento do diafragma é não-linear (NEWMAN *et al.*, 1984). Então, o posicionamento

pode afetar o volume pulmonar e alterar o comprimento da fibra muscular, gerando modificação das pressões inspiratórias e expiratórias.

2.6 Considerações gerais

Na revisão realizada na literatura não foram encontradas indicações sobre os valores de P_{imáx} e P_{emáx} nas crianças prematuras menores de 34 semanas, de acordo com seu peso, idade gestacional e idade pós-concepção que possam servir de referência para a normalidade.

Além disso, os estudos de força de músculos respiratórios já citados variam em relação aos métodos, população estudada e aos objetivos do estudo. No tocante aos objetivos, notou-se que: dois foram realizados para avaliar-se a função respiratória em crianças com doenças pulmonares (FITZGERARD *et al.*, 2000; VAN LIERDE *et al.*, 1992); um para investigar a função diafragmática em crianças com anomalias da parede abdominal (DIMITRIOU *et al.*, 2003); um para analisar o efeito da maturidade na pressão diafragmática (DIMITRIOU *et al.*, 2001); seis para relacionar a P_{imáx} com o sucesso ou insucesso do desmame de ventilação mecânica (BAUMEISTER *et al.*, 1997; EL-KHATIB *et al.*, 1996; FARIAS; ALÍA; RETTA, 2002; SHIMADA *et al.*, 1979; SHOUTS *et al.*, 1979; THIAGARAJAN *et al.*, 1999) e dois para averiguar os efeitos da postura sobre a P_{imáx} (DIMITRIOU *et al.*, 2002a; LEILÃPÃ *et al.*, 2003).

O tempo em que as medidas são realizadas em crianças recém-nascidas também pode influenciar os valores encontrados. Lodrup-Carlsen e Carlsen (1993) afirmam que parâmetros de função pulmonar devem ser medidos do segundo ao quarto dia após o nascimento, evitando-se, assim, que o pulmão seja influenciado por fatores externos. Após o quarto dia, a função respiratória se estabiliza e seus valores podem ser diferentes daqueles colhidos logo ao nascimento.

Ênfase será dada, nesta pesquisa, aos autores que investigaram as variações de P_{imáx} nas posturas prono e supino. Assim, o estudo realizado por Leilãpã *et al.* (2003) com crianças nascidas com menos de 33 semanas, respirando espontaneamente ressalta que a P_{imáx} foi maior em supino que em prono. Dimitriou *et al.* (2002a) acompanharam neonatos nascidos com menos de 37 semanas, respirando espontaneamente e concluíram

que a Pimáx foi maior em supino com cabeça na linha média em comparação às posturas prono e supino com cabeça lateralizada para a direita.

TABELA 5
Comparação de valores de Pimáx em prono e supino

Autores/data	Pimáx-supino	Pimáx-prono
Leilãpã <i>et al.</i> (2003)	56	48
Dimitriou <i>et al.</i> (2002a)	79,4	64,4

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Medir a força de músculos inspiratórios (Pimáx), força dos músculos expiratórios (Pemáx), saturação de oxigênio (Sat O²) e frequência respiratória (FR) nas posturas prono e supino e compará-las.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar se há diferença significativa nos valores de Pimáx, Pemax, SatO² e FR entre as duas posições estudadas.
- Determinar os efeitos do posicionamento sobre: a força dos músculos respiratórios (Pimáx e Pemáx); a oxigenação arterial (saturação O²); e a frequência respiratória, nos bebês prematuros em desmame de ventilação mecânica.
- Relacionar as variações de Pimáx, Pemáx, FR, SatO² com os dados coletados da criança e da mãe (gênero, tipo de parto, uso de corticoesteróide pré-parto, surfactante, uso de CPAP, evolução com displasia broncopulmonar, idade gestacional, Apgar 5º minuto, peso ao nascimento, peso na extubação) verificando, assim, alguma associação entre eles.

4 PACIENTES E MÉTODOS

4.1 Pacientes

4.1.1 Delineamento

Este estudo é transversal, com amostra pareada, sendo a criança seu próprio controle. Primeiramente, foram colhidos os dados que caracterizam a criança (peso, IG, Apgar, sexo, data de nascimento, tipo de parto, uso de aminofilina e/ou corticóide pela criança, uso de corticóide pela mãe, data da intubação, tempo de VM, uso de suporte ventilatório - pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) no período pós-extubação e ocorrência de Displasia broncopulmonar. As medidas de Pimáx, Pemáx, FR e SatO² foram feitas em prono e supino, sendo as posturas escolhidas ao acaso, ou seja, as primeiras medidas foram realizadas na postura em que a criança se encontrava. Após se aferirem essas medidas, ela era então colocada na outra posição.

4.1.2 População

Foram estudados os recém-nascidos prematuros com menos de 34 semanas, intubados, em desmame de ventilação mecânica.

Os critérios de inclusão e exclusão utilizados para delimitar a amostra foram:

4.1.2.1 Critérios de inclusão

- Crianças cujo responsável legal autorizou, mediante assinatura do termo consentimento livre e esclarecido, a participação do bebê na pesquisa.
- Crianças em processo final de desmame, ou seja, aquelas que apresentavam bom *drive* respiratório, aqui caracterizado como respiração espontânea com mais de 30 incursões respiratórias por minuto (30 irpm).

- Crianças que haviam recebido dieta há no mínimo uma hora e que não se apresentavam irritadas ou chorosas durante as medidas
- Crianças com parâmetros clínicos adequados para extubação: bom estado de alerta, ausência de sinais de infecções agudas, ausências de comprometimento pulmonar na radiografia de tórax, gasometria adequada ($\text{PaO}_2 = 50\text{-}70$ mmHg, $\text{PaCO}_2 = 35\text{-}45$ mmHg), estabilidade hemodinâmica.
- RNPT com parâmetros mínimos na ventilação mecânica: pressão inspiratória máxima (Ppi) ≤ 15 mmHg, fração inspirada de oxigênio (FiO_2) $\leq 30\%$, pressão positiva expiratória (peep) ≤ 5 cmHg, frequência do respirador ≤ 20 vezes.

4.1.2.2 Critérios de exclusão

- Crianças com malformações, sindrômicas, com doenças genéticas ou doenças neuromusculares.
- Crianças traqueostomizadas.
- Crianças com infecção multirresistente.
- Crianças em pós-operatório da região abdominal ou torácica.

4.1.3 Local e período do estudo

O estudo foi realizado na Unidade Neonatal do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte, no período de junho de 2006 a agosto de 2007.

4.2 Métodos

4.2.1 Plano de coleta e análise dos dados - definições

Posicionamento

- Postura ou posicionamento prono: refere-se à postura deitada, em que a parte anterior do corpo fica para baixo, podendo a cabeça se posicionar para a direita ou para a esquerda. Também chamada de decúbito ventral.
- Postura ou posicionamento supino: postura deitada em que a parte anterior do corpo fica para cima. Também chamada de decúbito dorsal.
- Postura ou posicionamento em decúbito lateral: trata-se da postura deitada em que a parte anterior do corpo assume posição lateral, voltada para a direita (decúbito lateral direito) ou para a esquerda (decúbito lateral esquerdo).

Criança pré-termo: como pré-termo, adotou-se a definição mais amplamente aceita, sendo considerado RNPT aquele cujo nascimento ocorreu com IG inferior a 37 semanas completas de gestação ou inferior a 259 dias (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 1967; WHO, 1995).

Idade gestacional: as crianças foram classificadas pela idade gestacional a partir do exame clínico realizado pelo pediatra, utilizando-se o método de New Ballard (BALLARD *et al.*, 1991) e pela data da última menstruação. Nos casos em que houve diferença menor ou igual a duas semanas entre o exame clínico e a data da última menstruação, para a contagem da idade gestacional foi considerada a idade calculada pela data da última menstruação. Quando esta diferença foi maior que duas semanas, considerou-se a idade estimada pelo exame clínico.

Idade gestacional corrigida: foi considerada, para a idade gestacional corrigida, a idade do recém-nascido na qual se faz uma correção para a prematuridade, utilizando-se como referencial a idade pós-concepção, como relatado por Leone (1986). Somou-se à idade gestacional do recém-nascido a sua idade pós-natal em semanas..

Peso ao nascimento: a determinação do peso ao nascer foi feita a partir de pesagem rotineira, em balança, logo após o nascimento ou à admissão na Unidade Neonatal. Os procedimentos foram realizados por pessoal treinado (enfermeiro ou médico)

logo após o parto. Foi utilizada balança pediátrica eletrônica com capacidade de 15 Kg, sensibilidade de 5 g e os pesos foram registrados em gramas.

Relação peso ao nascimento/idade gestacional: os RNs foram classificados em apropriados para a idade gestacional se peso entre os percentis 10 e 90; pequenos para a idade gestacional (PIG) se peso menor que percentil 10; e grandes para idade gestacional (GIG) se peso maior que percentil 90 (LUBCHENCO; HANSMAN; BOYD, 1966).

QUADRO 2

Classificação do recém-nascido pelo peso x idade gestacional

IG	PIG	GIG		IG	PIG	GIG		IG	PIG	GIG
24	<480	>1250		30	<1000	>1750		36	<1950	>3250
25	<520	>1280		31	<1100	>1950		37	<2150	>3450
26	<670	>1350		32	<1250	>2150		38	<2300	>3530
27	<750	>1400		33	<1350	>2450		39	<2550	>3650
28	<800	>1500		34	<1500	>2750		40	<2550	>3750
29	<900	>1630		35	<1750	>3030		41	<2650	>3850
								>42	<2750	>3900

Fonte: Lubchenco, Hansman e Boyd (1966).

Peso atual: no dia da coleta de dados foi feita a pesagem da criança usando-se a balança pediátrica eletrônica da Unidade Neonatal. Essa atividade foi realizada por profissional da enfermagem treinado.

Uso pré-natal de corticóide: em recém-nascidos pré-termo já está bem estabelecida a ação protetora do glicocorticóide na prevenção da síndrome de desconforto respiratório (SDR), quando usado no período pré-natal (LIGGINS; HOWIE, 1972). O corticóide promove amadurecimento pulmonar e é uma das medidas de grande impacto na diminuição da dificuldade respiratória aguda do recém-nascido e da necessidade de assistência ventilatória. As informações foram obtidas por meio de consultas ao prontuário médico, sendo considerado uso de corticóide o relato da dosagem e horários em que foram administradas as doses.

Uso do surfactante: o surfactante é uma substância que age diminuindo a tensão superficial dos alvéolos, prevenindo, assim, as atelectasias. Pode ser obtida exogenamente, em forma natural e sintética e é utilizada em caráter profilático ou como

tratamento em recém-nascidos prematuros para melhorar o recrutamento alveolar e diminuir a gravidade da dificuldade respiratória inicial que eles apresentam. Assim, diminui-se a necessidade de suporte ventilatório e mantém-se adequada a troca gasosa, reduzindo-se o risco de lesões induzidas pelo ventilador. O surfactante foi utilizado em todos os recém-nascidos que apresentaram sinais de doença de membrana hialina, com dificuldade respiratória importante que justificou ventilação mecânica. Foi utilizado como tratamento, na dose de 100 mg/kg, sendo aplicado até 12 horas pós-nascimento na Unidade Neonatal.

Apgar: o Boletim de Apgar (APGAR, 1953), determinado no 1º e 5º minutos de vida, é útil para avaliar as condições do recém-nascido e a eficácia das manobras de reanimação. Foi considerada como ponto de corte para boas condições a nota igual ou superior a sete, no Apgar de 5º minuto, pois a presença de um escore inferior indica, segundo o Manual de Reanimação da Academia Americana de Pediatria (AAP) e a *American Heart Association* (2000), má-adaptação ao meio extra-uterino. As informações foram obtidas dos registros feitos pelos pediatras na sala de parto.

4.2.2 Monitorização da criança

Todas as crianças avaliadas estavam conectadas à monitorização cardíaca, monitorização contínua não invasiva da pressão arterial (PNI) e saturimetria; e tiveram sua temperatura corporal estabilizada na faixa de 36°C–37°C a partir de aquecimento por incubadora (ATS/ERS, 1995; 2002, AARC, 1995).

As crianças do estudo, na data da aferição das medidas, estavam intubadas e sob ventilação mecânica, apresentavam-se alertas e tinham incursões respiratórias próprias. Em todas elas, a sedação foi interrompida no mínimo duas horas antes da aferição das medidas (ATS/ERS, 1995; TRAEGER; PANITCH, 2004).

Os parâmetros de ventilação mecânica de todas as crianças, durante as medidas, eram as seguintes: pressão inspiratória máxima – 12 a 15 mmHg; pressão positiva expiratória final (peep) – 4 a 5 mmHg; frequência – 20 vezes; FiO² – 21% - 30%; fluxo – 5 a 6 L/min. O respirador utilizado foi o Inter 3, ciclado por tempo e limitado por pressão.

4.2.3 Aferição das medidas

Pimáx: os valores da Pimáx foram aferidos usando-se um monovacúmetro digital MDV 300, fabricado pela Globalmed, conectado a uma válvula unidirecional, que permitia a expiração, mas não a inspiração, e esta ao tubo endotraqueal. As medidas de Pimáx foram realizadas através da oclusão do aparelho durante 20 segundos ou no máximo 10 ciclos respiratórios espontâneos da criança, sem haver queda de saturação abaixo de 85% ou de FC abaixo de 90 bpm (ATS/ERS, 2002; DIMITRIOU *et al.*, 2001; FITZGERALD *et al.*, 2000) Foram realizadas três séries de oclusões com intervalo de cinco minutos entre elas (BAUMEISTER *et al.*, 1997; THIAGARAJAN *et al.*, 1999). O maior valor de pressão inspiratória encontrada foi eleita a Pimáx.

Pemáx: as medidas de Pemáx foram realizadas após as medidas de Pimáx, pelo manovacúmetro digital MDV 300, da Globalmed, conectado diretamente ao tubo endotraqueal. Foram realizadas três séries de oclusões no final da inspiração, permitindo-se que a criança inspirasse entre as oclusões, mas não expirasse, a fim de aumentar o volume pulmonar até a capacidade pulmonar total. Esse procedimento foi repetido por três vezes e a maior Pemáx foi a escolhida.

SatO²: foi usado o Oxímetro da marca Dixtal conectado a um monitor. As medidas de saturação foram coletadas antes das medidas de Pimáx. O sensor do saturímetro foi fixado no pé esquerdo da criança.

FR: foi medida a partir da observação das incursões respiratórias realizadas pela criança em um minuto. Nenhuma manipulação na criança ou em sua incubadora foi permitida quinze minutos antes da medida da FR, a fim de preservar-se o padrão respiratório do bebê.

4.2.4 Rotinas

Antes da medida de Pimáx, Pemáx, SatO² e FR, foram realizados higiene brônquica e posicionamento adequado do bebê examinado, aguardando-se 15 minutos para que a criança atingisse estado de tranquilidade. As medidas de FR, Sat O², Pimáx e Pemáx foram então coletadas, nessa sequência. Logo após, foi realizada mudança postural da criança, aguardando-se 15 minutos para estabilização; e novas medidas foram obtidas.

As medidas foram realizadas por um mesmo examinador, sendo as primeiras medidas realizadas na posição em que a criança se encontrava e a segunda série de medidas após se posicionar a criança na outra postura, como descrito:

Prono: a criança foi posicionada sobre um rolete colocado longitudinalmente ao seu corpo, a fim de manter a caixa torácica e o abdômen estabilizados anteriormente. O abdômen, dessa forma, permaneceu parcialmente restrito durante as incursões respiratórias. A cabeça foi posicionada para o lado direito, os membros superiores permaneceram em abdução a 90° e rotação externa de ombros e flexão a 90° de cotovelos, com fonação de antebraços.

- Supino: a criança foi posicionada com a cabeça na linha média, com os membros superiores aduzidos ao lado do tórax e os membros inferiores levemente flexionados (30°-40°) nos quadris e joelhos.

Tanto a posição prona quanto a supina foram adotadas com 15° de elevação da cabeça em relação aos pés da criança. Esse ângulo de elevação é dado pela própria elevação do leito da incubadora utilizada na Unidade Neonatal.

4.2.4.1 Precauções

Precauções universais foram tomadas em relação ao controle de infecções cruzadas, mediada tanto pelo examinador como pelos equipamentos de medidas utilizados (AARC, 1995; ATS/ERS, 2002). Foi utilizado álcool a 70% para a desinfecção das conexões do aparelho de medida, friccionando-o por 20 segundos conforme preconizado pela Comissão de Infecção Hospitalar do Hospital das Clínicas da UFMG. As crianças foram examinadas em dias diferentes, permitindo-se a descolonização dos aparelhos de medida. As válvulas unidirecionais empregadas foram descartadas após o uso em cada criança, sendo usadas individualmente. Antes do início do estudo e após seis meses de uso, o manovacuômetro passou por processo de calibração, segundo normas de seu fabricante Globalmed.

Foram seguidas as normas da Comissão de Controle de Infecções do HCUFMG vigentes no momento de coleta dos dados de cada criança.

4.2.4.2 Outros dados coletados

Foram coletados outros dados importantes que podem se relacionar às alterações posturais e aos valores de Sat O², FR, Pimáx e Pemáx aferidos neste estudo, tais como: IG, peso ao nascer e no dia da coleta de dados, sexo, uso de corticóide pela mãe, uso de corticóide pela criança, uso de broncodilatador pela criança, tempo de ventilação mecânica, idade pós-concepção.

Outros dados foram colhidos após a extubação para investigação da relação da Pimáx e Pemáx com a tolerância da criança ao desmame: uso de CPAP pós-extubação, tempo de uso de CPAP pós-extubação, reintubação, causas da reintubação.

4.3 Cálculo amostral

A hipótese nula no início do estudo era de que as posturas prono e supino apresentavam resultados iguais em relação às variáveis avaliadas (Pimáx, Pemáx, FR, SatO²). Como na literatura não foram encontrados dados sobre a proporção de RNPTs que apresentam alteração da Pimáx e Pemáx em prono e supino, foi realizado um estudo-piloto com 10 crianças prematuras, seguindo-se a metodologia do estudo atual. Nesse estudo-piloto verificou-se que 90% das crianças apresentaram alterações da Pimáx e Pemáx quando se alterava o posicionamento de prono para supino ou vice-versa. A partir desses dados, o cálculo amostral foi realizado no programa EpiInfo 6. Para o cálculo de amostra utilizado foram considerados poder do estudo de 80% e nível de significância de 5%. Considerou-se a proporção do nível de expostos (posição prona) e não expostos (posição supina) de 9:10, ou seja, a frequência de alteração de Pimáx e Pemáx em prono como 90% e a postura supino de 100%. Usando-se esses parâmetros, a amostra calculada foi de 34 crianças.

4.4 Análise estatística

4.4.1 Descrição dos resultados

As informações coletadas foram digitadas em um banco de dados desenvolvido no EpiInfo versão 6.04; e os resultados descritivos apresentados na seção de resultados foram obtidos na listagem de frequência das características das diversas variáveis e nas medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio-padrão e interquartis).

4.4.2 Testes estatísticos

A comparação entre variáveis contínuas e variáveis categóricas foi feita a partir de um teste não-paramétrico, no caso o teste de Kruskal-Wallis, calculado pelo EpiInfo. Na comparação de valores do mesmo paciente na posição supina e posição prona foi utilizado o teste T-pareado.

Na comparação entre duas variáveis contínuas, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, que tem o símbolo r . Esse coeficiente fornece a medida da força de relacionamento linear entre duas variáveis contínuas e varia de -1 a $+1$, passando pelo zero. Assim, valores próximos de $+1$ indicam correlação positiva forte que acontece quando a correspondência entre os valores das variáveis é elevada e o aumento dos valores de uma variável é acompanhado pelo aumento de outras variáveis. Valores próximos de -1 indicam correlação negativa forte, na qual também é observada boa correspondência entre os valores das variáveis, mas quando os de uma delas aumentam os da outra variável diminuem. Já valores de r próximos de zero indicam que os valores de uma variável não apresentam correspondência com os de outras variáveis. E o coeficiente de determinação, r^2 , indica que a porcentagem de variação de uma variável pode ser explicada pela variação de outra variável, ou vice-versa (KATZ 2001). Foi adotado o nível de significância estatística de 5%.

4.5 Metodologia das referências

Foram utilizadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nas citações da Introdução, Revisão de Literatura e Metodologia, com base em França *et al.* (2007).

4.6 Metodologia da revisão bibliográfica

Para a revisão da literatura foram utilizadas fontes pesquisadas na BIREME, Medline, PubMed e Scielo. Foram considerados os artigos publicados na língua inglesa, portuguesa e espanhola. Utilizaram-se as palavras-chaves: *positoning prone and supine*; *respiratory force muscle*, Pimáx, Pemáx, MIF, TFP. A pesquisa concentrou-se em estudos com crianças e bebês prematuros e para isso cruzaram-se essas palavras-chaves com: *neonates, babies, child, premature*.

4.7 Aspectos éticos

Este projeto, juntamente com o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A), foram aprovados segundo os trâmites exigidos pelo curso de Pós-Graduação de Medicina da UFMG, área de concentração em Saúde da Criança e do Adolescente.

Inicialmente, foram submetidos à Câmara do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG, sendo aprovados em 17 de dezembro de 2004, tendo como relator o prof. Dr. Marcos José Burle Aguiar (ANEXO A)

Em seguida, foram encaminhados ao Comitê de Ética em Pesquisa Médica da UFMG (COEP) e aprovados em 23 de novembro de 2005 sob o parecer nº ETIC 364/05, assinado pelo profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia. Este estudo não gerou ônus para a instituição, não necessitando de avaliação da Comissão de Avaliação Econômico-Financeira (ANEXO B).

Todos os pacientes participaram do estudo após o termo de consentimento livre e esclarecido ter sido aceito e assinado pelos pais e/ou responsável legal pela criança.

5 RESULTADOS

5.1 Características demográficas da população estudada

Foram estudadas 45 crianças nascidas com idade gestacional inferior a 34 semanas, cuja média foi de 30,4 (26-34 semanas). A média de peso ao nascimento foi de 1.521,6 gramas (700–2.590 gramas). Das 45 crianças, 23 eram do sexo masculino, sendo que a maioria (55,5%) nasceu de parto normal.

Em relação às mães, 53,3% receberam corticoterapia antes do parto. A maioria das crianças necessitou usar surfactante (80% das crianças). Nenhuma usou corticoterapia ou broncodilatador antes da aferição dos dados respiratórios.

Na TAB. 6 é apresentada a distribuição das variáveis categóricas para os 45 pacientes, sendo observada distribuição praticamente igualitária entre sexo, tipo de parto, uso de corticóide e predomínio de pacientes que fizeram uso de surfactante (80%) e não evoluíram com displasia broncopulmonar.

TABELA 6
Características da população estudada

Variáveis	N	%
Tipo de parto		
Cesáreo	20	44,4
Normal	25	55,6
Uso de corticóide/mãe		
Sim	24	53,3
Não	21	46,7
Sexo		
Masculino	23	51,1
Feminino	22	48,9
Média da idade gestacional (semanas)	30,4 (26 – 34)	
Média do peso ao nascimento (gramas)	1.521,6 (700 – 2.590)	
Uso de surfactante		
Sim	36	80,0
Não	9	20,0
Tempo médio de ventilação mecânica (horas)	157,7 (30 – 720)	
Média de peso à extubação (gramas)	1.472,8 (820 – 2.500)	
Displasia broncopulmonar		
Sim	7	15,6
Não	38	84,4

A TAB. 7 mostra os valores de distribuição central (média e mediana) e dispersão (desvio-padrão) das variáveis contínuas. Metade ou mais dos pacientes teve idade gestacional inferior a 30 semanas e eram recém-nascidos de muito baixo peso.

TABELA 7
Medidas de tendência central e dispersão de características clínicas
e de parâmetros respiratórios

	Média	Dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Idade gestacional (semanas)	30,4	2,3	30,0	26,0	34,0
Idade pós-concepção (dias)	17,6	6,7	16,0	2,0	30,0
Peso ao nascimento (gramas)	1.521,6	473,9	1.485,0	700,0	2.590,0
Apgar 5º	—	—	9,0	3,0	9,0
Tempo ventilação mecânica (horas)	157,7	159,3	120,0	30,0	720,0
Peso à extubação (gramas)	1.472,8	444,9	1.400,0	820,0	2.500,0
Frequência respiratória (supino)	57,0	11,4	56,0	41,0	94,0
Saturação O ₂ (supino)	93,5	11,6	96,0	91,0	99,0
Pressão inspiratória máxima (supino)	53,4	14,9	53,0	29,0	97,0
Pressão expiratória máxima (supino)	26,7	17,1	23,0	6,0	92,0
Frequência respiratória (prono)	53,6	12,6	52,5	32,0	93,0
Saturação O ₂ (prono)	96,8	1,6	97,0	92,0	99,0
Pressão inspiratória máxima (prono)	43,9	15,5	43,0	22,0	84,0
Pressão expiratória máxima (prono)	22,5	13,5	22,0	5,0	85,0

Dp = desvio-padrão.

No que tange à evolução após o desmame de VM, verificou-se que a minoria, sete crianças (15,9%), necessitou ser reintubada, sendo três delas por apnéia. Na fase pós-extubação, 41 crianças (93,2%) necessitaram de assistência ventilatória não-invasiva com CPAP. O tempo médio de VM foi de 157,7 horas (30–720 horas), como mostra a TAB. 8.

TABELA 8
Características pós-extubação

Ocorrência	N	%
Reintubação		
Sim	7	15,9
Não	38	84,4
Indicações de reintubação		
Apnéia e queda de saturação	1	
Apnéia e bradicardia	1	
Aspiração de dieta	1	
Apnéia	1	
Infecção	3	
CPAP		
Sim	41	93,2
Não	4	6,8

A comparação dos valores de parâmetros respiratórios dos 45 pacientes na posição supina e na posição prona pode ser vista na TAB. 9 e no GRÁF. 3. Na posição prona os valores de Pimáx e Pemáx foram mais baixos e houve importante tendência à menor FR. A maioria dos pacientes (86,7%) apresentaram aumento significativo da Sat O₂. No GRÁF. 3 os valores representados com círculos e asteriscos representam valores extremos e *outliers*, respectivamente.

TABELA 9
Comparação dos valores de parâmetros respiratórios em posição supina e prona

	Supino		Prono		Valor-p
	Média	Dp	Média	Dp	
Frequência respiratória – FR	57,0	11,4	53,6	12,6	0,072
Saturação O ₂ - SatO ₂	93,5	11,6	96,8	1,6	<0,001
Pressão inspiratória máxima - Pimáx	53,4	14,9	43,9	15,5	<0,001
Pressão expiratória máxima- Pemáx	26,7	17,1	22,5	13,5	0,043

O poder na comparação da frequência respiratória foi de 0,256, o que indica que não existe poder suficiente para atestar-se que esses valores foram semelhantes nas duas posições. Pode-se apenas afirmar que eles não foram diferentes.

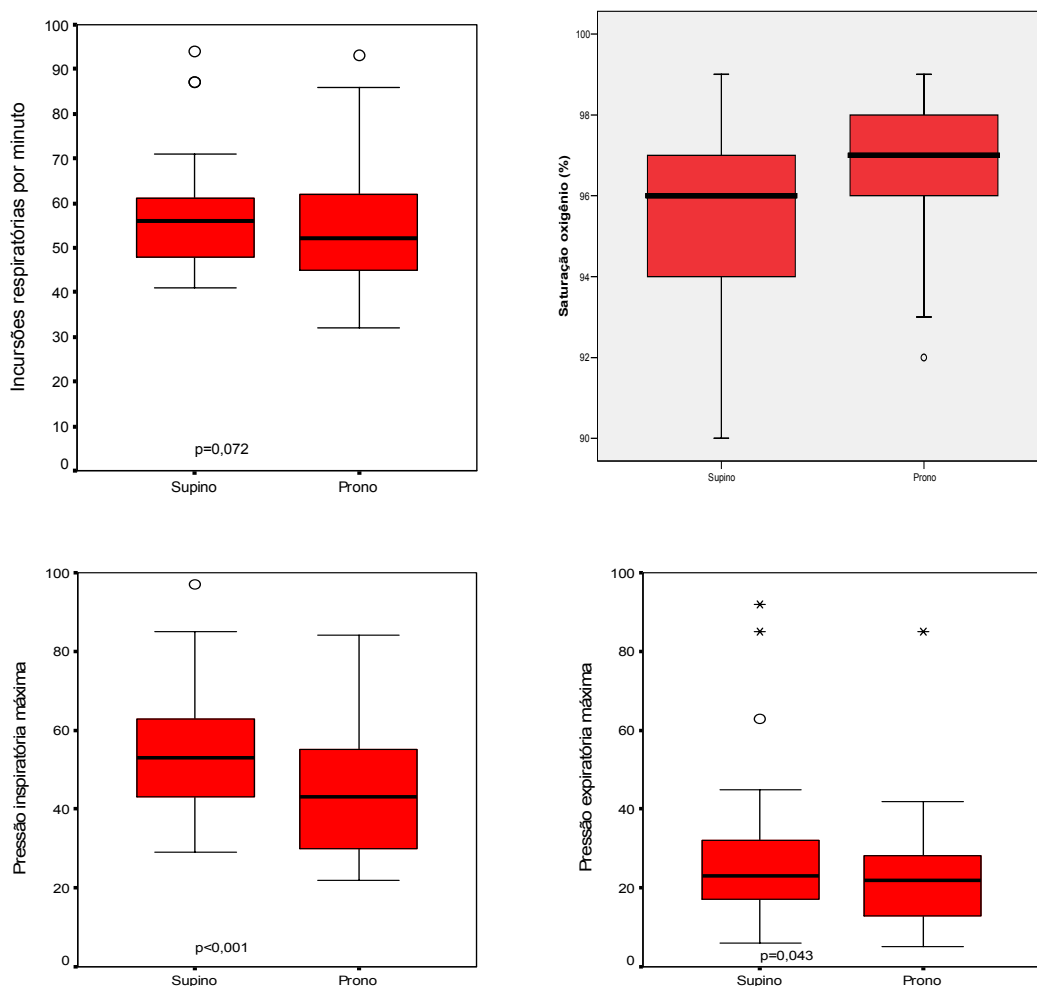


GRÁFICO 3 - *Box-plot* - Parâmetros respiratórios das crianças na posição supina e prona.

5.2 Variação da frequência respiratória

Na TAB. 10 verificam-se os valores da variação da frequência respiratória (posição supina – posição prona) para as variáveis categóricas. Percebe-se importante

tendência à maior variação entre pacientes do sexo masculino (-7,6) que em pacientes do sexo feminino (1,0) - (valor-p = 0,054).

TABELA 10
Valores da variação da FR segundo algumas características dos pacientes

	Média	Dp	Média	Dp	Valor-p
Masculino x feminino	-7,6	9,1	1,0	14,6	0,054
Parto cesáreo x normal	-1,6	16,5	-4,8	7,7	0,44
Uso de corticoesteróide/ mãe (sim x não)	-3,2	15,0	-3,6	8,7	0,81
Uso de surfactante (sim x não)	-4,7	9,4	1,8	20,4	0,47
Reintubação (sim x não)	-6,4	10,4	-2,8	12,7	0,38
Uso de CPAP (sim x não)	-3,8	12,6	2,3	7,2	0,19
Displasia broncopulmonar (sim x não)	-7,7	9,5	-2,6	12,8	0,19

Não houve correlação entre nenhuma das características clínicas quantitativas e a variação da frequência respiratória (TAB. 11).

TABELA 11
Coeficientes de correlação e de determinação entre
características clínicas e variação da FR.

	r	r²	valor-p
Idade gestacional (semanas completas)	0,012	0,000	0,940
Peso ao nascimento (gramas)	-0,107	0,011	0,485
Peso à extubação (gramas)	-0,067	0,005	0,660
Apgar 5º minuto	0,060	0,004	0,693
Tempo de ventilação mecânica (horas)	0,001	0,000	0,992

5.3 Variação da pressão inspiratória máxima (Pimáx)

Na TAB. 12 observa-se que não houve diferença nos valores da variação da Pimáx nas posições supina e prona entre nenhuma das características clínicas categóricas.

TABELA 12

Valores da variação da Pimáx segundo algumas características dos pacientes

	Média	Dp	Média	Dp	Valor-p
Masculino x feminino	-10,7	6,2	-8,3	9,6	0,18
Parto cesáreo x normal	-10,5	8,7	-8,7	7,5	0,63
Uso de corticoesteróide/mãe (sim x não)	-8,5	7,6	-10,6	8,5	0,43
Uso de surfactante (sim x não)	-9,8	8,2	-8,6	7,5	0,58
Reintubação (sim x não)	-6,0	9,2	-10,2	7,7	0,35
Uso de CPAP (sim x não)	-9,1	8,0	-15,3	6,8	0,14
Displasia broncopulmonar (sim x não)	-11,3	9,9	-9,2	7,7	0,32

Também não existiu correlação entre nenhuma das características clínicas quantitativas e a variação da pressão inspiratória máxima (Pimáx), conforme a TAB. 13.

TABELA 13

Coefficientes de correlação e determinação entre características clínicas e variação da Pimáx

	r	r²	valor-p
Idade gestacional (semanas completas)	-0,098	0,10	0,524
Peso ao nascimento (gramas)	-0,151	0,023	0,321
Peso à extubação (gramas)	-0,104	0,011	0,495
Apgar 5º minuto	0,208	0,043	0,170
Tempo de ventilação mecânica (horas)	0,151	0,023	0,321

5.4 Variação da pressão expiratória máxima (Pemáx)

Os valores da variação da pressão expiratória máxima (Pemáx) nas posições supina e prona não apresentaram diferença entre nenhuma das características clínicas categóricas, exceto quanto ao uso de surfactante. Isso pode ser visualizado na TAB. 14.

TABELA 14

Valores da variação da Pemáx segundo algumas características dos pacientes

	Média	Dp	Média	Dp	Valor-p
Masculino x feminino	-3,3	7,0	-5,2	18,5	0,85
Parto cesáreo x normal	-8,2	16,9	-1,2	9,8	0,16
Uso de corticoesteróide/ mãe (sim x não)	-4,5	16,5	-3,9	10,1	0,93
Uso de surfactante (sim x não)	-1,3	9,1	-16,3	21,7	0,02
Reintubação (sim x não)	1,3	9,0	-5,3	14,3	0,14
Uso de CPAP (sim x não)	-5,0	13,8	5,7	8,1	0,06
Displasia broncopulmonar (sim x não)	-3,0	12,2	-4,5	14,1	0,85

Na TAB. 15 verifica-se que não houve correlação entre nenhuma das características clínicas quantitativas e a variação da pressão expiratória máxima (Pemáx).

TABELA 15

Coeficientes de correlação e determinação entre
características clínicas quantitativas e variação da Pemáx

	r	r²	valor-p
Idade gestacional (semanas completas)	0,100	0,010	0,513
Peso ao nascimento (gramas)	0,090	0,008	0,558
Peso à extubação (gramas)	0,094	0,009	0,539
Apgar 5º minuto	-0,005	0,000	0,973
Tempo de ventilação mecânica (horas)	0,139	0,019	0,363

5.5 Variação da saturação oxigênio

Os pacientes que usaram surfactante tiveram maior variação na saturação de oxigênio do que os que não usaram. Nenhuma das outras variáveis apresentadas na TAB. 15 apresentaram diferença com significância estatística (TAB. 16).

TABELA 16
Valores da variação da saturação de oxigênio segundo
algumas características dos pacientes

	Média	Dp	Média	Dp	Valor-p
Masculino x feminino	1,74	1,60	1,22	1,11	0,33
Parto cesáreo x normal	1,45	1,70	1,52	1,12	0,57
Uso de surfactante (sim x não)	1,92	1,59	1,00	0,95	0,008
Uso de corticóide/mãe (sim x não)	1,67	1,33	0,78	1,48	0,12
Reintubação (sim x não)	1,86	0,90	1,42	1,46	0,28
Uso de CPAP (sim x não)	1,52	1,38	1,00	1,73	0,85
Displasia broncopulmonar (sim x não)	1,71	0,78	1,45	1,48	0,45

A TAB. 17 mostra tendência à correlação entre a nota no Apgar 5º minuto e a variação da saturação de oxigênio.

TABELA 17
Coeficientes de correlação e determinação entre características clínicas quantitativas e
variação da saturação de oxigênio

	r	r²	valor-p
Idade gestacional (semanas completas)	-0,002	0,000	0,989
Peso ao nascimento (gramas)	-0,107	0,011	0,486
Peso à extubação (gramas)	-0,096	0,009	0,531
Apgar 5º minuto	-0,288	0,083	0,055
Tempo de ventilação mecânica (horas)	0,077	0,006	0,617

Para fins de comparação, dividiu-se o período de ventilação mecânica em tempo de VM > 10 dias e VM < 10 dias, como mostrado no QUADRO 3. Notou-se que as crianças que permaneceram em VM por mais de 10 dias apresentaram idade gestacional menor que 30 semanas, exceto uma, com idade gestacional de 33 semanas e peso ao nascer de 850 gramas, sendo então classificada como PIG, pela classificação de Lubchenco, Hansman e Boyd (1966). Encontrou-se, também, que essas crianças, exceto a que foi classificada como PIG, necessitaram de CPAP por período superior a 80 horas.

QUADRO 3

Características das crianças com tempo VM>10 dias

Tempo de VM Dia	IG semana	PiMáx supino	PeMáx Supino	Tempo CPAP horas
30	28	43	15	96
12	28	48	27	210
11	30	29	17	120
11	28	39	16	240
* 18	33	62	30	30
27	27	55	32	144
15	29	59	29	80

IPC = Idade pós-concepção.

6 DISCUSSÃO

O presente trabalho mostra aumento de SatO² em 86,7% dos pacientes, dado confirmado pela literatura atual, que preconiza que a posição prona melhora a oxigenação em crianças respirando espontaneamente (BHAT *et al.*, 2003; CHAISUPAMONGKOLLARP *et al.*, 1999; KASSIM *et al.*, 2007; MARTIN *et al.*, 1979; PELOSI; BRAZZI; GATTIONI, 2002; SCHWARTZ; FENNER; WOLFSDORT, 1975; WORAGIDPOONPOL *et al.*, 2001) e em crianças sob ventilação mecânica (BALAGUER; ESCRIBANO; ROQUE., 2006; BRUNO *et al.*, 2001; RELVAS; SILVER; SAGY, 2003). Estudos têm mostrado que a melhora na oxigenação na postura prono, em crianças e adultos com falência respiratória aguda, ocorre em 70 a 80% dos casos (CURLEY; THOMPSON; ARNOLD, 2000, KORNECKI *et al.*, 2001; PELOSI *et al.*, 1988). Nesta pesquisa a melhora na SatO² não se relacionou com nenhuma outra variável avaliada, sugerindo, então, um fator causal intrínseco, como alterações fisiológicas e mecânicas do aparelho respiratório causadas por alterações posturais.

Observa-se, também, que os pacientes que usaram surfactante tiveram maior variação na saturação de oxigênio do que os que não usaram ($p=0,008$); e que existe tendência à correlação entre a nota no Apgar 5º minuto e a variação da saturação de oxigênio ($p=0,055$). Estes achados podem ter ocorrido pelo fato de que as crianças que receberam surfactante apresentavam menor idade gestacional que aquelas que não receberam, indicando, assim, maior labilidade pulmonar, com variações maiores de oxigenação.

A melhor oxigenação em prono poderia sugerir maior eficácia do diafragma durante sua contração, gerando mais força e, assim, melhorando a ventilação e, logo, otimizando as trocas gasosas. Estudos anteriores mostram que a postura prono aumenta o VC (ADAMS; ZABALETA; SACKNER, 1994; HUTCHINSON; ROSS; RUSSEL, 1979; MARTIN *et al.*, 2000; WAGAMAN *et al.*, 1979), aumenta a CRF (NUMA; HAMMER; NEWTH, 1999) e leva à estabilização da caixa torácica com mais sincronia tóraco-abdominal (WOLFSON *et al.*, 1992). No entanto, alguns autores demonstram que a Pimáx é menor na postura prono comparada à postura supino (DIMITRIOU *et al.* 2002a; LEILÂPÃ *et al.* 2003). Este trabalho também mostrou que a Pimáx foi menor em prono comparada à postura supino ($p<0,0001$).

A razão dessa diminuição de força da musculatura inspiratória na postura prona pode ser devida à alteração na relação comprimento-tensão do diafragma, ocorrida com a mudança postural. Um estudo ultra-sonográfico feito por Rehan *et al.* (2000) comparando a espessura do diafragma em prono e supino em neonatos nascidos a termo mostrou que, em prono, ela é significativamente maior e o comprimento em repouso do diafragma é menor. Este achado sugere que o trabalho que o diafragma tem que fazer em prono é maior. Essa diminuição do comprimento em repouso do diafragma em prono diminui sua eficácia. As razões para essa maior espessura do diafragma em prono, segundo os autores, seriam: diferença na configuração da caixa torácica, no controle da respiração nas duas posições e aumento do volume expiratório final. Os autores concluem que a postura prona, em termos de gasto de energia e eficácia da respiração, é prejudicial à criança recém-nascida.

A Pemáx teve seus valores diminuídos em prono ($p=0,04$). Este resultado também foi encontrado por Dimitriou *et al.* (2000). A Pemáx não se relacionou a nenhuma variável do estudo. A musculatura expiratória exibe atividade contrátil durante a expiração ativa, tosse e espirro, em adultos (OSMOND, 1985). Há poucas publicações sobre a ação dos músculos abdominais na criança prematura. Um estudo realizado com eletromiografia usando-se eletrodos de superfície em bebês nascidos com 25 a 34 semanas de idade gestacional enfatiza que as crianças sem dificuldade respiratória não apresentam atividade dos músculos oblíquo externo; apenas naquelas com doença respiratória esses músculos têm papel na expiração (SOUTH; MORLEY; HUGHES, 1987). As medidas de força de musculatura expiratória foram realizadas com oclusão no final da inspiração e no volume pulmonar submáximo, permitindo expiração forçada. Foi visualizada, neste estudo, a contração da musculatura abdominal. Poucas investigações têm abordado a força da musculatura expiratória.

Em relação à frequência respiratória, os dados registrados nesta pesquisa são similares aos da literatura, que relatam que o posicionamento em prono ou supino não influencia a frequência respiratória (ANTUNES; RUGOLO; CROCCI, 2003; LEVY *et al.*, 2006; SCHWARTZ; FENNER; WOLFDORF, 1975).

Nesse estudo, o tempo de VM e CPAP foi maior para as crianças com menor idade gestacional. Entretanto, quando comparamos as variações e valores absolutos de Pimáx, Pemáx, FR e Sat O₂ desses bebês com os outros do estudo, não encontramos diferença significativa, sugerindo que esses parâmetros não se relacionam ao tempo de VM

ou CPAP. Assim, pode-se inferir que o tempo de assistência ventilatória requerida pela criança não está relacionado à força da musculatura respiratória e sim ao amadurecimento pulmonar que ocorre com o aumento da idade gestacional e da idade pós-concepção. O diafragma das crianças tem desenvolvimento incompleto de fibras musculares, sendo que a proporção de fibras resistentes a fadiga representa apenas 20% daquelas detectadas em adultos. A proporção de fibras tipo I é pequena, menos de 10%, além de baixa percentagem de fibras tipo II. O tipo de fibras tipo I aumenta rapidamente até os meses de idade, quando um tipo adulto de composição de fibras aparece. As fibras tipo IIA e IIC, pouco resistentes a fadiga são substituídas por fibras tipo IA, resistentes a fadiga, e em menor quantidade pelas fibras tipo IIB (KEENS *et al.*, 1978). Assim, com o desenvolvimento, a capacidade da fibra muscular em gerar força aumenta. Um estudo realizado com medida de pressão transdiafragmática mostrou que a Pdi relaciona-se à idade gestacional e idade pós-concepção, sugerindo que a força diafragmática é influenciada pelo desenvolvimento pós-natal (DIMITRIOU *et al.*, 2001; SHOUTS *et al.*, 1979)

A porcentagem de reintubação, no presente estudo, foi de 15,9%, o que coincide com a literatura atual, que informa variação de 11 a 39% (BAUMEISTER *et al.*, 1997; EL-KHATIB *et al.*, 1996; KAHN; STEELKE; COURTNEY, 1996; SZYMANKIEWICZ; VIDYASAGAR; GADZINOWSKI, 2005; THIAGARAJAN *et al.*, 1999). Dessas crianças, três (6,7%) foram reintubadas por causas respiratórias (apnéia), duas delas com Pimáx supino abaixo da média. A que apresentou Pimáx supino maior que 53 foi classificada como PIG. Como o número de crianças com falha na extubação (reintubadas) foi baixo, não se pode inferir que a Pimáx baixa influenciou a extubação.

Não houve relação significativa entre o tempo de CPAP e Pimáx e Pemáx, porém notou-se que crianças com maior idade gestacional tenderam a permanecer menos tempo no CPAP, no período pós-extubação. A falência na extubação, em crianças prematuras, é melhor predita pela baixa idade gestacional do que pela medida de força de musculatura respiratória (DIMITRIOU *et al.*, 2002b). Outros autores têm estudado a Pimáx como índice preditivo no desmame em crianças, havendo divergências quanto à sua adequação em prever sucesso ou insucesso no desmame. Assim, alguns afirmam que a Pimáx não é adequada para ser usada como índice preditivo para o desmame em crianças prematuras (FARIAS; ALÍAS; RETTA, 2002; SHOUTS *et al.*, 1979). Entretanto, Shimada *et al.* (1979) relatam que crianças com menos de um ano de idade com Pimáx maior que

56 mmHg obtiveram sucesso na extubação. A Pimáx também foi avaliada como um dos parâmetros de equações usadas como índices preditivos no desmame, tais como índice de CROP: $|Cd \times Pimáx \times (PaO_2/PAO_2)|/RR$ - (BAUMEISTER *et al.*, 1997) e $Pi/Pimáx$ (EL-KHATIB *et al.*, 1996).

Alguns fatores relacionados à metodologia podem influenciar os resultados, assim, este trabalho utilizou os dados da literatura que melhor se adequaram ao estudo, ao perfil das crianças e à rotina do Serviço de Neonatologia onde a pesquisa se desenvolveu. As publicações são bastante controversas em relação ao posicionamento da criança para o exame e à técnica utilizada.

A presente investigação foi realizado na postura prona e supina com elevação da cabeceira a 15°, o que pode ter levado a resultados diferentes de outros estudos. Encontraram-se pesquisas que relatam alterações significativas causadas pela elevação de cabeceira em diversas posições. Existem estudos com 20° de elevação (DELLAGRAMMATICAS, *et al.*, 1991), prono com cabeceira a 15° em relação à postura supino com cabeceira a 0° (JENNI, *et al.*, 1999). Worangidpoonpol (2001) acompanhou 30 crianças prematuras, respirando espontaneamente e relatou que, em prono com cabeceira a 15° de elevação, houve aumento da $SatO_2$ em relação à supino, com cabeceira a 15°. Dimitriou *et al.* (2002a) verificaram diferença na Pimáx e $SatO_2$ quando compararam a postura prono com cabeceira a 0° e postura supina com cabeceira a 0° e 45°, sendo que a Pimáx foi maior em supino com cabeceira a 0° e 45° e a $SatO_2$ foi maior em prono e em supino com cabeceira a 45°.

Além disso, o posicionamento da cabeça também pode afetar o mecanismo respiratório. A flexão excessiva do pescoço em recém-nascidos e principalmente em prematuros pode levar à obstrução das vias aéreas e causar apnéia (THACH; STARK, 1979). Dimitriou *et al.* (2001) compararam as alterações de $SatO_2$ e Pimáx na postura supino com cabeça na linha média, supino com cabeça para a direita e postura prono com cabeça para a direita e concluíram que não houve diferença significativa entre as posições supina com cabeça na linha média e cabeça para a direita. Neste estudo foi usada a postura prono com cabeça para a direita e postura supino com cabeça na linha média.

O tempo em que as crianças ficam em cada posição também pode influenciar os resultados. Alguns autores relatam efeitos da posição prona em curto prazo, isto é, de dois a 20 minutos (DELLAGRAMMATICAS *et al.*, 1991; MC EVOY *et al.*, 1997; NUMA; HAMMER; NEWTH, 1997; SCHWARTZ; FENNER; WOLFSDORF, 1975). Outros

demonstram mais benefícios da posição prona quando a permanência nessa posição for maior, tal como: 30 minutos (DIMITRIOU *et al.*, 2002a; CHAISUPAMONGKOLLARP, *et al.*, 1999), duas horas (BRUNO *et al.*, 2001), três horas (BHAT *et al.*, 2003; LEILÃPÃ *et al.*, 2003), após 12 horas (RELVAS; SILVER; SAGY, 2003), e após 24 horas até 48 horas (JENNI *et al.*, 1999; MARTÍN *et al.*, 2000; WORANGIPONPOOL, 2001). Neste estudo as crianças permaneceram em cada posição por 15 minutos antes da aferição das medidas.

A postura prona, nesta pesquisa, foi realizada com apoio abdominal, isto é, restrição abdominal, que está relacionado ao suporte das vísceras abdominais e, aliado ao movimento diafragmático, é um importante componente da respiração. Wagaman *et al.* (1979), avaliando crianças recém-nascidas intubadas, compararam a posição prona com abdômen restrito e abdômen livre e concluíram que não houve diferença significativa entre as duas posições quanto aos parâmetros avaliados.

A técnica de aferição das medidas de Pimáx e Pemáx também pode alterar os resultados. Este também é um assunto controverso, porque as medidas de Pimáx e Pemáx não são padronizadas para crianças abaixo de cinco anos de idade. No tocante aos testes de músculos respiratórios, especificamente as medidas de Pimáx, a ATS/ERS (2002) cita Marini, Smith e Lamb (1986), no item medida de função muscular na Unidade de Terapia Intensiva, e sugere que pode medir-se a Pimáx de pacientes dependentes de ventilação mecânica por meio de válvula unidirecional na qual a inspiração é bloqueada, fazendo com que o paciente alcance o volume residual do pulmão. Dessa forma, a Pimáx medida pode ser a máxima. O maior valor de Pimáx gerada geralmente ocorre após 15-20 esforços ou após 15-20 segundos de oclusão.

A Pimáx foi aqui medida com válvula unidirecional conectada ao tubo endotraqueal, o que permite que a criança expire, mas não inspire, diminuindo seu volume pulmonar até próximo ao volume residual. Alguns pesquisadores descrevem essa técnica em neonatos prematuros (BAUMEISTER *et al.* 1997; EL-KHATIB *et al.*, 1996; LEIPÄLÄ *et al.*, 2003; THIAGARAJAN *et al.*, 1999). A oclusão para a medida de Pimáx foi realizada por um período de 20 segundos, com uma série de três oclusões, como relatado por El-Khatib *et al.* (1996) e Fitzgerald *et al.* (2000). Outros estudos relatam tempo diferente de oclusão, como Thiagarajan *et al.* (1999), que mediram Pimáx com oclusão de apenas uma respiração. Para Shimada *et al.* (1979), a oclusão foi feita no final da expiração e início da inspiração por cinco a seis respirações forçadas. Shoultz *et al.* (1979) referiram

que a oclusão foi feita por seis tentativas de inspiração, sendo a maior Pimáx das 3-4 tentativas a escolhida.

Existem poucos estudos avaliando a Pemáx em crianças prematuras, não havendo ainda, consenso sobre a técnica adequada a ser utilizada para a medida de Pemáx em crianças prematuras. Dimitriou et al., 2000, mediu a Pemáx em crianças prematuras durante o choro, usando uma máscara conectada a uma válvula unidirecional. Neste estudo, ela foi medida usando-se o manovacuômetro conectado diretamente ao tubo endotraqueal, foi feita três oclusões na expiração, permitindo, assim, que a criança inspirasse mas não expirasse, a fim de se armazenar ar no pulmão próximo a Capacidade Pulmonar Total. Essa técnica foi utilizada pela incapacidade da criança fazer uma inspiração máxima até a CPT e então fazer um esforço expiratório máximo, voluntariamente.

7 CONCLUSÕES

- Os valores de Pimáx, Pemáx, saturação de oxigênio foram diferentes em cada postura. Já a frequência respiratória não se alterou com a posição.
- A posição prona em relação a posição supina apresentou diminuição da força dos músculos inspiratórios (Pimáx) e expiratórios (Pemáx). A maioria dos pacientes (86,7%) apresentou aumento na saturação de oxigênio em prono em comparação à supino. A frequência respiratória não apresentou variação estatisticamente significativa na posição prona em relação à posição supina.
- Não houve correlação significativa entre a variação de Pimáx, Pemáx, SatO² e FR nas posturas prono e supino com nenhuma outra variável estudada, ou seja, com gênero, tipo de parto, uso de corticoesteróide pré-parto, surfactante, uso de CPAP, evolução com displasia broncopulmonar, idade gestacional, Apgar 5º minuto, peso ao nascimento, peso na extubação.
- Observou-se que as crianças com maior idade gestacional tenderam a permanecer menos tempo no CPAP, no período pós-extubação. As crianças que permaneceram em VM por mais de 10 dias tinham idade gestacional inferior a 30 semanas.

REFERÊNCIAS

AARC CLINICAL PRATICE GUIDELINE:Infant/Toddler Pulmonary Function Tests. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v. 40: p.761-768. 1995.

ADAMS, J.A.; ZABALETA, I.A.; SACKANER, M.A. Comparison of Supine and Prone Noninvasive measurements of breathing patterns in fullterms newborns. **Pediatr Pulmonol**, v.18, n.1: p.8-12, 1994.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. AAP. Committee on fetus and newborn. Nomenclature for duration of gestation, birth weigh and intrauterine growth.Washington: **Pediatrics**, New York, v.39, p.935-39, 1967.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICAS TASK FORCE ON INFANT POSITIONING AND SIDS. Positioning and SIDS. **Pediatrics**, Evanston, v.89: p.1120-1126, 1992.

ANTUNES, L.C.; RUGOLO, L.M.S.S.; CROCCI, A.J. Efeito da posição do prematuro no desmame de ventilação mecânica. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v.79, n.3: p.86-91, 2003.

APGAR, V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. **Anesth Analg**, London, v.32: p.260, 1953.

ARIAGNO, R.L. *et al.* Effects of positioning on sleep, heart rate, variability, and QT intervals in the preterm infants at 1 and 3 months corrected age. **Pediatrics**, Evanston, v.111, n.30: p.622-625, 2003.

ATS-ERS American Thoracic Society/European Respiratory Society. Respiratory Function Measurements in infants: Measurement Conditions. **Am Resp Crit Care Med**, New York, v.151: p.2058-2064, 1995.

ATS-ERS American Thoracic Society/European Respiratory. Society Statement on Respiratory Muscle Testing. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.166: p.518-624, 2002.

BALAGUER, A.; ESCRIBANO, J.; ROQUE, M. Infants position in neonates receiving mechanical ventilation. **Cochrane Database Syst Rev**, v.18, n.4; CDOO3668, 2006.

BALLARD, J.L. *et al.* New Ballard score, expanded to include extremely premature infants. **J Pediatr**, Springfield, v.119: p.417-422, 1991.

BANCALARI, E. Cap. 39. *In*: POLIN, R.A.; FOX, W.W. **Fetal and neonatal tysiology**. Ed. Websaunders Compay, 2.ed, Philadelphia, cap.99, seção XIV, 1998.

BAUMEISTER, B.L. *et al.* Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. **Pediatr Pulmonol**, v.24, n.5: p.344-352, 1997.

BHAT, R.Y.A. *et al.* Effect of posture on oxygenation, Lung Volume. And Respiratory Mechanics in Premature Infants Studied Before Discharge. **Pediatrics**, Evanston, v.112, n.1: p.29-32, 2003.

BRUNO, F. *et al.* Efeito a curto prazo da posição prona na oxigenação de crianças em ventilação mecânica. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v.77, n.5: p.361-368, 2001.

BRYAN, A.C. Comments of a devil's advocate. **Am Respir Dis**, New York, v.110: p.143-144, 1974.

CHAI SUPAMONGKOLARP, T. *et al.* Prone position in spontaneously breathing infants with pneumonia. **Acta Pediatr**, Madrid, Espanha, v.88: p.1033-1034, 1999.

CHIEF MEDICAL OFFICER's EXPERT GROUP. The sleeping positions of infants and cot death. London, England: **HMSO**; 1993.

CHONG, A.; MURPHY, N.; MATTEWS, T. Effect of prone sleeping on circulatory control in infants. **Arch Dis Child**, London, v.82: p.253-256, 2000.

CLOSE, R.I. Dynamic properties of mammalian skeletal muscles . **Physiol Rev**, Bethesda v.52: p.129, 1972.

CUESTA, E.G. *et al.* Estudio de la mecánica pulmonary en recién nacidos pretérmino sin problemas respiratórios. **Anales Españoles de Pediatria**, Madrid, v.36, n.5: p.363-366, 1992.

CURLEY, M.A.Q. Prone positioning of patients with acute respiratory distress syndrome: A systematic review. **Am J Crit Care**, Aliso Viejo, v.8, n.6: p.397-405, 1999.

CURLEY, M.A.; THOMPSON, J.E.; ARNOLD, J.H. The effects of early and repeated prone positioning in children with acute lung injury. **Chest**, Park Ridge, v.118: p.156-163, 2000.

DELLAGRAMMATICAS, H.D. *et al.* Effect of body tilting on physiological functions in stable very low birth weight neonates. **Arch Dis Child**, London, v.66: p.429-432, 1991.

DEVLIEGER, H. The chest wall in the preterm infant. Graduate thesis. **Leuven Publisher**, Belgium, 1987.

DIMITRIOU, G. *et al.* Maximal airway pressure during crying in healthy preterm and term neonates. **Early Hum Dev**, London, v.57: p.149-156, 2000.

DIMITRIOU, G. *et al.* Effect of maturity on maximal transdiaphragmatic pressure in infants during crying. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.164: p.433-436, 2001.

DIMITRIOU, G. *et al.* Effect of posture and respiratory muscle strength in convalescent infants. **Arch Dis Childr Fetal Neonatal Ed.**, London, v.86: p.147-150, 2002a.

DIMITRIOU, G. *et al.* Prediction of extubation failure in preterm infants. **Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed**, London, v.88: p.32-35, 2002b.

DIMITRIOU, G. *et al.* Diaphragmatic function in infants with surgically corrected anomalies. **Pediatr Res**, Baltimore, v.54: p.502-508, 2003.

DWYER, T. *et al.* The contribution of changes in the prevalence of prone sleeping position to the decline of sudden infant death syndrome in Tasmania. **JAMA**, Chicago v.273: p.783-789, 1995.

EL-KHATIB, M.F. *et al.* Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: Does it predict successful extubation in critically ill infants and children? **Intensive Care Med.**, New York, v.22, n.3: p.264-268, 1996.

FARIAS, J.A.; ALÍIA, I.; RETTA, A. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. **Intensive care Med**, New York, v.28: p.752-757, 2002.

FITZGERALD, D.A. *et al.* Pulmonary outcome in extremely low-birth weight infants. **Pediatrics**, Evanston, v.105, n.6: p.1209-1215, 2000.

FRANÇA, J.L. *et al.* **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 8ed., 2007.

FRANCO, P. *et al.* Decreased cardiac responses to auditory stimulation during prone sleep. **Pediatrics**, Evanston, v.97: p.174-178, 1996.

GALLAND, B.C.; TAYLOR, B.J.; BOLTON, D.P.G. Prone *versus* supine sleep position: A review of physiological studies in SIDS research. **J Paediatr Child Health**, Stockolm, v.38: p.332-338, 2002.

GARCIA, N.L. Efecto del prono en el SDRA pediátrico. **Revista Eletrônica de Medicina Intensiva**, v.578, n.3, 2003.

GAUTIER, C. Respiratory muscle function in infants. **Eur Respir J**, Copenhagen, v.8: p.150-153, 1995.

GERHARD, T.; BANCALARI, E. Chest wall compliance in full term and premature infants. **Acta paediatr Scand**, Stockholm, DK, v.69: p.359-361, 1980.

GREEN H.J.; REICHMANN H.; PETTE D. Suggestive evidence for a functional unit between mast cells and substance P fibers in the rat diaphragm and mesentery. **Histochemistry**, Berlin, DE , v. 82, n.1: p.5-8, 1985.

GOLLNICK, P.D. *et al.* Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscle of rats. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.50: p.936-938, 1981.

GOTO, K. *et al.* More awakening and hearth rate variability during supine ,sleep in preterm infants. **Pediatrics**, Evanston, v.103: p.603-609, 1999.

- GUSLITS, B.G. *et al.* Diaphragmatic work of breathing in premature infants. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.62: p.1410-1414, 1987.
- HEIMLER, R. *et al.* Effects of positioning on the breathing pattern of preterm infants. **Arch of Disease in Childhood**, London, v.67: p.312-314, 1992.
- HELDT, G.P. Development of stability of the respiratory system in preterm infants. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.65: p.441-444, 1988.
- HERSHENSON, M.B. *et al.* Changes in the contribution of the rib cage to tidal breathing infancy. **Am Rev Respir Dis**, New York, v.141, n.4: p.922-925, 1990.
- HORNE, R.S. *et al.* Effect of age and sleeping position on arousal from sleep in preterm infants. **Sleep**, New York, v.25, n.7: p.746-750, 2002.
- HUNT, L.; FLEMING, P.; GOLDING, J. Does the supine Position Have Any Adverse Effects on the Child? I HEALTH IN THE First Six Months. **Pediatrics**, Evanston, v.100: p.11-16, 1997.
- HUNT, C.E. *et al.* Infant Sleep Position and Associated Health Outcomes. **Arch. Pediatr. Adolesc. Med**, Chicago, v.157: p.469-474, 2003.
- HUTCHISON, A.A.; ROSS, K.R.; RUSSELL, G. The effect of posture on ventilation and lung mechanics in preterm and light-for-date infants. **Pediatrics**, Evanston, v.64, n.4: p.429-432, 1979.
- INTERNATIONAL INTENSIVE CARE CONFERENCE, Hong Kong. 2007. Disponível em: <http://g:\Anatomy-physiology.mht>. 03/09/2007, acesso em 05/09/2007.
- ISCO, S. *et al.* Recruitment and discharge frequency of phrenic motor neurons during inspiration. **Respir Physiol**, Amsterdam, Nt, v.26: p.113-117, 1976.
- JEFFERY, H.E.; MEGEVAND, A.; PAG, H. Why the prone position is a risk factor for sudden infant death syndrome. **Pediatrics**, Evanston, v.63: p.261-269, 1999.
- JENNI, O.G. *et al.* Effects of nursing in the head elevated tilted position (15°) on the preterm infants. **Pediatrics**, Evanston, v.100, n.4: p.622-625, 1999.
- KAHN, D.; STEELKE, A.M.; COURTNEY, S.E. Prone versus supine positioning in the well preterm infant: Effects on work of breathing and breathing patterns. **Pediatrics Pulmonol**, v.41, n.8: p.754-758, 2006.
- KASSIM, Z. *et al.* Sleeping position, oxygen saturation and lung volume in convalescent, prematurely born infants. **Arch Dis Child Fetal and Neonatal Ed**, London, v.92: p.347-350, 2007.
- KATTWINKEL, J.; BROOKS, J.; MYERBERG, D. Positioning and SIDS. **Pediatrics**, Evanston, v.89: p.1120-1126, 1992.
- KEENS, T.G. *et al.* Developmental pattern of muscle fiber types in human ventilatory muscles. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.44: p.449, 1978.

KORNECKI, A. *et al.* A randomized trial of prolonged prone positioning in children with acute respiratory failure. **Chest**, Park Ridge, v.119: p.211-218, 2001.

KURLAK, L.O.; RUGGINO, N.R.; STEPHERSON, T.J. Effects of nursing position on incidence, type, and duration of clinically significant apnea in preterm infants. **Arch Dis Child Fetal Neonatal**, Chicago, v.71, n.1: p.16-19, 1994.

LAING, J.A. Diaphragmatic movement in newborn infants. **J Pediatr**, Springfield, v.112: p.638, 1988.

LAMM, W.J.; GRAHAN, M.M.; ALBERT, R.K. Mechanism by which the prone position improves oxygenation in acute lung injury. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.150: p184-193, 1994.

LANGER, M. *et al.* The prone position in ARDS patients. **Chest**, Park Ridge, v.88: p.103-107, 1988.

LEIPĂLĂ, J.A. *et al.* Effect of posture on respiratory function and drive in preterm infants prior to discharge. **Pediatric Pulmonol**, New York, v.38: p.295-300, 2003.

LEONE, C.R. Características do recém-nascido pré-termo. *In*: RAMOS, J.L.A.; LEONE, C.R. **O recém-nascido de baixo peso**. São Paulo: Sarvier, p.84-89. Monografias médicas, série Pediatria, v.27, 1986.

LEVY, J. *et al.* Prone versus supine positioning in the well preterm infant; Effects on work of breathing and breathing patterns. **Pediatric Pulmonol**, New York, v.41: p.7543-758, 2006.

LIGGINS, G.C.; HOWIE, R.N. A controlled trial of antepartum glucocorticoid treatment for prevention of the respiratory distress syndrome in premature infants. Washington: **Pediatrics**, New York, v.50, n.4: p.515-525, 1972.

LIOY, J.; MANGINELLO, F.P. Clinical and laboratory observations: a comparison of prone and supine positioning in the immediate postextubation period. **J Pediatr**, Springfield, v.112: p.982-984, 1988.

LODRUP-CARLSEN, K.C.; CARLSEN, K.H. Lung function in awake healthy infants: the first five days of life. **Eur Respir J**, Copenhagen, DK, v.6: p.1496-1500, 1993.

LUBCHENCO, L.O.; HANSMAN, C.; BOYD, E. Intrauterine growth in length and head circumference as estimated from live births at gestational ages from 26 to 42 weeks. **Pediatrics**, New York, v.37: p.403-408, 1966.

LUND, G.C.; LARO, K.C. Diaphragmatic configuration is different in the newborn and newborn rabbits compared to adults (Abstract). **Am Rev Respir Dis**, New York, v.135: p.386A, 1988.

- MARINI, J.J.; SMITH, T.C.; LAMB, V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients; the measurement of maximal inspiratory pressure. **J Crit. Care**, New York, v.1: p.32-38, 1986.
- MARTIN, R.J. *et al.* Effect of supine and prone position on arterial oxygen tension in the preterm infant. **Pediatrics**, Evanston, v.63: p.528-531, 1979.
- MARTIN, M.T. *et al.* Técnica de colocacion a “decubito prono”: estudio hemodinamico, respiratorio y complicaciones. **Enferm Intensiva**, Madrid, v.11, n.3: p.127-135, 2000.
- MASTERSON, J.; ZUCKER, C.; SCHULZ, E. Prone and supine positioning effects on energy expenditure and behavior of low birth weight neonates. **Pediatrics**, Evanston, v.80: p.689-692, 1987.
- MC EVOY, D. *et al.* Prone positioning decreases episodes of hypoxemia in extremely low birth weight infants (1000 grams or less) with chronic lung disease. **J Pediatr**, Springfield, v.130: p.305-309, 1997.
- MONTEROSSO, L.; KRISTJANSON, L.; COLE, J. Neuromotor development and the physiologic effects of positioning in very low birth weight infants. **Obstet Gynecol Neonatal Nurs**, Philadelphia, v.31, n.2: p.138-146, 2002.
- MURDOCH, I.A.; STORMAN, M.O. Improved arterial oxygenation in children with the adult respiratory distress syndrome: the prone position. **Acta Paediatr**, Stockholm, Scandinavin, v.83: p.1043-1046, 1994.
- MURE, M.; MARTLING, C.; LINDAHL, S.G.E. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. **Crit Care Med**, New York, v.25: p.1539-1544, 1997.
- MURPHY, T.; WOONDRUM, D. Functional development of respiratory muscle. *In*: Polin RA, Fox WW, eds. **Fetal and neonatal physiology**, Philadelphia, p.1071-1084, 1998.
- NELSON, E.A.; TAYLOR, B.J.; WEATHERALL, I.L. Sleeping position and infant bedding may predispose to hyperthermia and the sudden infant death syndrome. **Lancet**, London, v.21Ç p.199-201, 1989.
- NEWMAN, S. *et al.* A. respiratory muscle length measured by sonomicrometry. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.56, n.3: p.753-764, 1984.
- NUMA, A.H.; HAMMER, J.; NEWTH, C.J. Effect of prone and supine positions on functional residual capacity, oxygenation and respiratory mechanics in ventilated infants and children. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.166; p.1185-1189, 1997.
- OPENSHAW, P.; EDWARDS, S.; HELMS, P. Changes in rib cage geometry during childhood. **Thorax**, London, v.39: p.624-627, 1984.
- OSMOND, D. Functional anatomy of the chest wall. *In*: ROUSSOS, C.; MACKLEM, P.T. **Thorax**, London: p.199, 1985.

- PAPASTEMELOS, C. *et al.* Developmental changes in chest wall compliance in infancy and early childhood. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.78: p.179-184, 1995.
- PAPPERT, D.; FALKE, K.J. When is a patient prone for prone? **Anesth Analg**, London, v.83: p.1139-1140, 1996.
- PELOSI, P. *et al.* Effects of prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.157: p.387-393, 1988.
- PELOSI, P.; BRAZZI, L.; GATTIONI, L. Prone position in acute respiratory distress syndrome. **Eur Respir J**, Copenhagen, DK, v.20: p.1017-1028, 2002.
- POLLA, B. *et al.* Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. **Thorax**, London, p.808-817, 2003.
- PRISK, G.K. *et al.* Pulmonary perfusion in the prone and supine postures in the normal human lung. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.103: p. 883-894, 2007.
- REHAN, V.K. *et al.* Effects of the supine and prone position on diaphragm thickness in healthy term infants. **Arch Dis Child**, London, v.83: p.234-238, 2000.
- RELVAS, M.S.; SILVER, P.C.; SAGY, M. Prone positioning of pediatrics with ARDS results in improvement in oxygenation if maintained >12h daily. **Chest**, Park Ridge, v.124: p.269-274, 2003.
- RITCHER T. *et al.* Effect of prone position on regional shunt, aeration, and perfusion in experimental acute lung injury. **Am. J. Respir and Crit Care Med**, New York, v.172: p.480-487, 2005.
- SAHNI, R. *et al.* Quality of diet, body position and time after feeding influence behavioral states in low birth weight infants. **Pediatrics**, Evanston, v.52, n.3: p.399-404, 2002.
- SCHWARTZ, F.C.; FENNER, A.; WOLFSDORF, J. The influence of body position on pulmonary function in low birth weight babies. **S Afr Med J**, Cape Town, ZA, v.49, n.3: p.79-81, 1975.
- SHIMADA, Y. *et al.* Crying vital capacity and maximal inspiratory pressure as clinical indicators of readiness for weaning of infants less than a year of age. **Anesthesiology**, Philadelphia, v.51, n.5: p.456-459, 1979.
- SHOULTS D. *et al.* Maximum inspiratory force in predicting successful neonate tracheal extubation. **Crit Care Med**, New York, v.7, n.11: p.485-486, 1979.
- SIECK, G.C.; FOURNIER, M.; BLANCO, C.E. Diaphragm muscle fatigue resistance during postnatal development. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.71: p.458-456, 1991.
- SKADBERG, B.T. *et al.* Abandoning prone sleeping: effects on the risk of sudden infant death syndrome. **J Pediatr**, Springfield, v.132: p.340-343, 1998.

SMITH, J.; BELLEMARE, F. Effect of one volume on in vivo contraction characteristics of human diaphragm. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.62: p.1893-1896, 1987.

SOUTH, M.; MORLEY, C.J.; HUGHES, G. Expiratory muscle activity in preterm babies. **Arch Dis Child**, London, v.62, n.8: p.825-829, 1987.

SZYMANEKIEWICZ, M.; VIDYASAGAR, D.; GADZINOWSKI, J. **Predictors of successful extubation of preterm low-birth-weight inf. respiratory distress syndrome.** <http://www.medscape.com/viewarticle/498383>, 2005.

THACH, B.T.; STARK, A.R. Spontaneous neck flexion and airway obstruction during apneic spells in preterm infants. **J Pediatr**, v.94: p.275-281, 1979.

THIAGARAJAN, R.R. *et al.* Predictors of successful extubation in children. **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v.160, n.5: p.1562-1566, 1999.

TRAEGER, N.; PANITCH, H.B. Tests of respiratory muscle strength in neonates. **American Academy of Pediatrics**, Elk Grove Village, v.5, n.5: p.204-208, 2004.

VAN LIERDS S. *et al.* Outcome of respiratory distress syndrome at 28 days; a prospective longitudinal study. **Eur Respir J**, Copenhagen, DK, v.5, n.10: p.1243-1248, 1992.

WAGAMAN, M.J. *et al.* Improved oxygenation and lung compliance with prone positioning of neonates. **J Pediatrics**, Springfield, v.94, n.5: p.787-791, 1979.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Working group on infant growth an evaluation of infant growth: the use and interpretation of anthropometry in infants. Genève: **Bull WHO**, v.73: p.165-174, 1995.

WOLFSON, M.R. *et al.* Effect of position on the mechanical interaction between the rib cage and abdomen in preterm infants. **J Appl Physiol**, Bethesda, v.72: p.1033-1038, 1992.

WORANGIDPOOLNPOL, P. The effects of positioning on oxygenation and sleep state in preterm infant. **Chiang Mai Med. Bull**, Chiang Mai, Thailand, v.40, n.2: p.1-7, 2001.

ARTIGO:**Posicionamento e força dos músculos respiratórios em recém-nascidos prematuros em desmame de ventilação mecânica**

Rita Cássia Malagoli¹,
Fabiana Fagundes Almeida Santos¹,
Eduardo Araújo de Oliveira²,
Maria Cândida Ferrarez Bouzada².

¹ Unidade Neonatal, Hospital das Clínicas da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais

² Departamento de Pediatria, Faculdade de Medicina da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais

Correspondência:

Professora Maria Cândida Ferrarez Bouzada

Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Professor Alfredo Balena, 190 sl 2002 - Cep 30130100

bouzada@medicina.ufmg.br

Resumo

Os efeitos da posição prona sobre a mecânica pulmonar ainda não são bem definidos. A literatura atual relata que essa posição aumenta a oxigenação e por isso ela tem sido utilizada como procedimento complementar ao tratamento de injúria pulmonar grave, tanto em adultos quanto em crianças. Nas unidades neonatais é rotina a colocação do bebê em prono, mesmo que este não apresente problemas respiratórios. Sabe-se que os bebês prematuros apresentam diferenças anatômicas, fisiológicas e funcionais importantes, do ponto de vista do aparelho respiratório, quando comparados aos adultos e crianças maiores. Além disso, a postura prona para bebês é contra-indicada em alguns países, devido à sua relação com a síndrome da morte súbita do recém nascido. **Objetivos:** verificar a influência do posicionamento da criança prematura sobre a força da musculatura respiratória, oxigenação e frequência respiratória. **Desenho do estudo:** este foi um estudo transversal no qual cada criança foi seu próprio controle. **Local:** o estudo foi realizado na Unidade Neonatal do Hospital das Clínicas da UFMG. **Pacientes:** foram estudadas crianças nascidas com idade gestacional inferior a 34 semanas, intubadas, em processo final de desmame de ventilação mecânica. **Intervenções:** foram realizadas medidas de pressão inspiratória máxima (PiMáx), pressão expiratória máxima (PeMáx), frequência respiratória (FR) e saturação de oxigênio (SatO²) nas posturas prona e supina, em crianças intubadas, em desmame de ventilação mecânica. **Resultados:** avaliaram-se 45 crianças e a média de idade gestacional foi de 30,4 semanas (26–34), o peso médio foi de 1.521,6 g (700–2.590 g), a saturação de oxigênio foi maior em prono ($p < 0,001$) e os valores de PiMáx ($p < 0,001$), PeMáx ($p = 0,043$) e FR ($p = 0,072$) foram menores em prono comparado à supino. **Discussão:** Houve aumento significativo da Sat O² na postura prona, como já relatado na literatura, porém esse aumento da oxigenação em prono não se deve ao aumento da força dos músculos respiratórios, como demonstrado pelos valores inferiores de PiMáx e PeMáx encontrados. Os valores da Frequência respiratória não alteraram significativamente com as mudanças de posição, fato que está de acordo com outros estudos.

Palavras-chaves: Prono. Recém-nascido prematuro. PiMáx. PeMáx.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
CRF	Capacidade residual funcional
FiO ²	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência respiratória
HC	Hospital das Clínicas
irpm	Incursão respiratória por minuto
Pdi	Pressão transdiafragmática
PE	Pressão expiratória
Peep	Pressão positiva no final da expiração
PeMáx	Pressão expiratória máxima
PI	Pressão inspiratória
PIG	Pequeno para a idade gestacional
PiMáx	Pressão inspiratória máxima
PNI	Pressão arterial não invasiva
PPI	Pico de pressão inspiratória
SatO ²	Saturação de oxigênio
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VM	Ventilação mecânica

Introdução

Sabe-se que as alterações na postura de crianças prematuras podem afetar os mecanismos respiratórios, levando a alterações nas trocas gasosas. Alguns estudos sobre posicionamento realizados com prematuros, com ou sem doença pulmonar, atestam melhora significativa da oxigenação na postura prono em relação à postura supina^{1,3}. A postura prona também está relacionada com a melhora no padrão do sono^{4,7}, alteração na frequência cardíaca^{4,6,8}, menor frequência de apnéia central e mista^{9,10}, frequência menor de bradicardia e dessaturação durante os períodos de apnéia⁹. Já em relação a frequência respiratória (FR) há controvérsias, alguns trabalhos relatam elevação da FR na postura prona¹¹ e outros não relatam alteração desta com a mudança de posição^{12,13}.

Além disso, as crianças prematuras saudáveis apresentam melhor resposta às variações de dióxido de carbono³ e redução dos episódios de apnéia mista e central, bradicardia e dessaturação de oxigênio, nessa posição^{9,10}. Outros efeitos da postura prona seriam melhora no desenvolvimento neuromotor e promoção da flatulência¹⁴.

Existem, também, autores que contra-indicam essa postura, pois referem que há forte associação, durante o sono, com a síndrome da morte súbita do recém-nascido^{8,15,16}.

Na tentativa de se explicarem as causas do nível de oxigenação superior na postura prona, em crianças, algumas pesquisas foram realizadas. Wolfson *et al.* (1992)¹⁷ descrevem aumento significativo na movimentação da caixa torácica em prono comparada com supino, assim como melhora do sincronismo tóraco-abdominal nessa posição. Rehan *et al.* (2000)¹⁸ referenciaram que a incursão e a porcentagem de encurtamento diafragmático na postura prona são mais altas que na supina. Outros autores investigaram o aumento no volume corrente como causa da maior oxigenação em prono¹⁹⁻²¹. O aumento da capacidade residual funcional (CRF) também foi investigado²², assim como a relação ventilação-perfusão^{23,24} e o recrutamento alveolar²⁵.

Com base nesses estudos, pode-se inferir que o diafragma, como principal músculo atuante na respiração em prematuros, mais força na postura prona. Entretanto, Dimitriou *et al.* (2002)²⁶ afirmaram que as medidas da pressão inspiratória máxima (Pimáx) foram maiores na postura supina comparada à postura prona, sugerindo que a maior oxigenação na postura prona não se deve à maior força diafragmática nessa posição.

Então, segundo a literatura, a indicação da postura prona é controversa, pois pode trazer benefícios ou pode também ser contra-indicada para crianças prematuras hospitalizadas. Os efeitos do posicionamento sobre os mecanismos respiratórios,

responsáveis pela melhora na oxigenação em prono, ainda não foram completamente investigados. A população de crianças prematuras dos estudos anteriores varia em relação à idade gestacional, presença ou não de comprometimento respiratório, técnica utilizada e parâmetros de função pulmonar quantificados.

Esse trabalho tem como objetivo medir a força dos músculos respiratórios (P_{ímáx}), a força dos músculos expiratórios (P_{emáx}), saturação de oxigênio (Sat O₂) e frequência respiratória (FR) nas posturas prona e supina e compara-las.

Métodos

Protocolo

Foram avaliadas todas as crianças com idade gestacional igual ou inferior a 34 semanas, em processo de desmame de ventilação mecânica, admitidas no período de junho de 2006 a agosto de 2007 na Unidade Neonatal do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFGM).

Todas as crianças admitidas tinham consentimento assinado pelos pais para participarem do estudo e o protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da UFGM.

As medidas da P_{ímáx}, P_{emáx}, FR e saturação de oxigênio (SatO₂) foram obtidas quando a criança apresentava respiração espontânea com mais de 30 incursões respiratórias por minuto (30 irpm) e quadro clínico estável.

Cada criança foi avaliada apenas uma vez, momento em que os dados clínicos da criança e da mãe foram coletados. Logo após, as medidas de P_{ímáx}, P_{emáx}, FR e SatO₂ foram feitas em prono e supino, sendo as posturas escolhidas ao acaso. Os dados foram colhidos no período máximo de duas horas antes da extubação.

A avaliação foi feita quando as crianças haviam recebido dieta há no mínimo uma hora, após duas horas da interrupção da sedação e quando não se apresentavam irritadas ou chorosas durante as medidas. As crianças estavam conectadas à monitorização cardíaca, monitorização contínua não invasiva da pressão arterial (PNI) e saturimetria e tiveram sua temperatura corporal estabilizadas na faixa de 36°C–37°C por meio de aquecimento por incubadora²⁷⁻²⁹. Nenhuma usou corticoterapia ou broncodilatador antes da aferição dos dados respiratórios.

A criança foi posicionada em prono sobre um rolete colocado longitudinalmente ao seu corpo, o qual manteve a caixa torácica e o abdômen estabilizados anteriormente. Dessa forma, o abdômen permaneceu parcialmente restrito durante as incursões respiratórias. A cabeça foi posicionada para o lado direito, os membros superiores permaneceram em abdução a 90° e rotação externa de ombros e flexão a 90° de cotovelos. A posição supina foi assumida com a cabeça na linha média, com os membros superiores aduzidos ao lado do tórax, ficando os membros inferiores levemente flexionados (30°-40°) nos quadris e joelhos. Tanto a posição prona quanto a supina foram adotadas com 15° de elevação do leito, que é rotina na Unidade Neonatal.

Antes da medida de Pimáx, Pemáx, SatO² e FR foram realizados higiene brônquica e posicionamento adequado do bebê, aguardando-se 15 minutos para que a criança atingisse estado de tranquilidade. As medidas de FR, Sat O², Pimáx e Pemáx foram então coletados, nessa sequência. Logo após foi feita mudança postural aguardando-se 15 minutos para estabilização; e novas medidas de FR, SatO², Pimáx e Pemáx foram obtidas. As medidas foram coletadas por um mesmo examinador, sendo a primeira série de medidas realizadas na postura em que a criança se encontrava e a segunda série de medidas realizada após o posicionamento da criança na outra postura.

Os valores da Pimáx foram aferidos usando-se um manovacuômetro digital MDV 300 da Globalmed conectado a uma válvula unidirecional que permitia a expiração, mas não a inspiração, e esta ao tubo endotraqueal. As medidas de Pimáx foram efetuadas a partir de oclusão do aparelho durante 20 segundos ou no máximo 10 ciclos respiratórios espontâneos da criança, sem haver queda de saturação abaixo de 85% ou de frequência cardíaca abaixo de 90 bpm^{30,31}. Foram feitas três séries de oclusões com intervalo de cinco minutos entre elas^{32,33}. O maior valor de pressão inspiratória encontrado foi eleito Pimáx.

As aferições de Pemáx foram obtidas após as medidas de Pimáx, usando-se o mesmo manovacuômetro conectado diretamente ao tubo endotraqueal. Foram feitas três séries de oclusões no final da inspiração, permitindo-se que a criança inspirasse entre elas para aumentar o volume pulmonar até a capacidade pulmonar total.

Com o oxímetro Dixtal as medidas de saturação foram coletadas antes das de Pimáx. O sensor do saturímetro foi fixado no pé esquerdo da criança.

A FR foi medida a partir da observação da ocorrência de incursões respiratórias das crianças em um minuto.

Análise estatística

Para testar se a distribuição das variáveis respostas foi normal, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Na avaliação das diferenças entre os dois grupos empregaram-se o teste de Kruskal-Wallis e o teste T-pareado, quando apropriados.

Na comparação entre duas variáveis contínuas foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, que tem o símbolo r . Valores próximos de +1 indicam correlação positiva forte, valores próximos de -1 indicam correlação negativa forte e valores de r próximo de zero indicam que os valores de uma variável não apresentam correspondência com os valores de outras variáveis. Para todos os testes foi adotado o nível de significância estatística de 5%.

Estimativa amostral

Como na literatura não foram encontrados dados sobre a proporção de crianças que apresentam alteração da Pimáx e Pemáx em prono e supino, quando em desmame de ventilação mecânica, realizou-se um estudo piloto com 10 prematuros, seguindo-se a metodologia da pesquisa atual, na qual se verificou que 90% das crianças apresentaram alterações da Pimáx e Pemáx quando posicionadas de prono para supino ou vice-versa, ou seja, a primeira medida de Pimáx e Pemáx se alterou quando a criança foi mudada da posição inicial. A partir desses achados o cálculo amostral foi feito no programa EpiInfo 6. Para o cálculo de amostra utilizado foram considerados poder do estudo de 80% e nível de significância de 5%. Considerou-se a proporção do nível de expostos (posição prona) e não expostos (posição supina) de 9:10, ou seja, a frequência de alteração de Pimáx e Pemáx em prono foi de 90% e na postura supino de 100%. Usando-se esses parâmetros, a amostra calculada foi de 34 crianças.

Pacientes

Foram avaliadas 45 crianças prematuras nascidas com idade gestacional média de 30,4 semanas (26-34 semanas) e peso ao nascimento de 1.521,6 gramas (700–2.590 g). Destas, 23 eram do sexo masculino, sendo que a maioria (55,5%) nasceu de parto normal.

Em relação às mães, 53,3% receberam corticoterapia para maturação pulmonar do feto antes do parto. A maioria das crianças, 80%, usou surfactante (Tabela 1).

Tabela 1: Características demográficas da população estudada

	N	%
Tipo de parto		
Cesáreo	20	44,4
Normal	25	55,6
Uso de corticóide/mãe		
Sim	24	53,3
Não	21	46,7
Sexo		
Masculino	23	51,1
Feminino	22	48,9
Média da idade gestacional (semanas)	30,4 (26–34)	
Média do peso ao nascimento (gramas)	1.521,6 (700-2.590)	
Uso de surfactante		
Sim	36	80,0
Não	9	20,0
Tempo médio de ventilação mecânica (horas)	157,7 (30–720)	
Média de peso à extubação (gramas)	1.472,8 (820–2.500)	
Displasia broncopulmonar		
Sim	7	15,6
Não	38	84,4

Crianças com malformações, síndrômicas, com doenças genéticas ou doenças neuromusculares e as traqueostomizadas ou que estavam em pós-operatório de cirurgias abdominais ou torácicas foram excluídas do estudo.

Resultados

Em 45 recém-nascidos estudados a média da Pimáx foi de 53,4 e 43,9% nas posições supino e prona, respectivamente, e a Pemáx foi de 26,7 e 22,5%. A média de tempo de VM foi de 157,7 horas (30-720 horas). A Pemáx teve larga variação de 6 a 92

mmHg. Na Tabela 2 observam-se os valores de distribuição central (média e mediana) e dispersão (desvio-padrão) das variáveis contínuas nas posições supina e prona.

Tabela 2: Medidas de tendência central, dispersão e comparação de parâmetros respiratórios nas posições supina e prona

	Supino			Prono			
	Média	Dp	Mediana	Média	Dp	Mediana	Valor-p
Frequência respiratória (FR)	57,0	11,4	56,0	53,6	12,6	52,5	0,072
Saturação O ₂ supino (SatO ₂)	93,5	11,6	96,0	96,8	1,6	97,0	<0,001
Pressão inspiratória máxima (PiMáx)	53,4	14,9	53,0	43,9	15,5	43,0	<0,001
Pressão expiratória máxima (PeMáx)	26,7	17,1	23,0	22,5	13,5	22,0	0,043

. Nesta última, verificaram-se valores menores de pressão inspiratória e pressão expiratória e uma importante tendência à menor frequência respiratória. A saturação de oxigênio foi significativamente maior na posição prona.

No GRAF. 1 nota-se a comparação dos valores de parâmetros respiratórios dos 45 pacientes na posição supina e na posição prona. Os valores representados com círculos e asteriscos representam valores extremos e *outliers*, respectivamente.

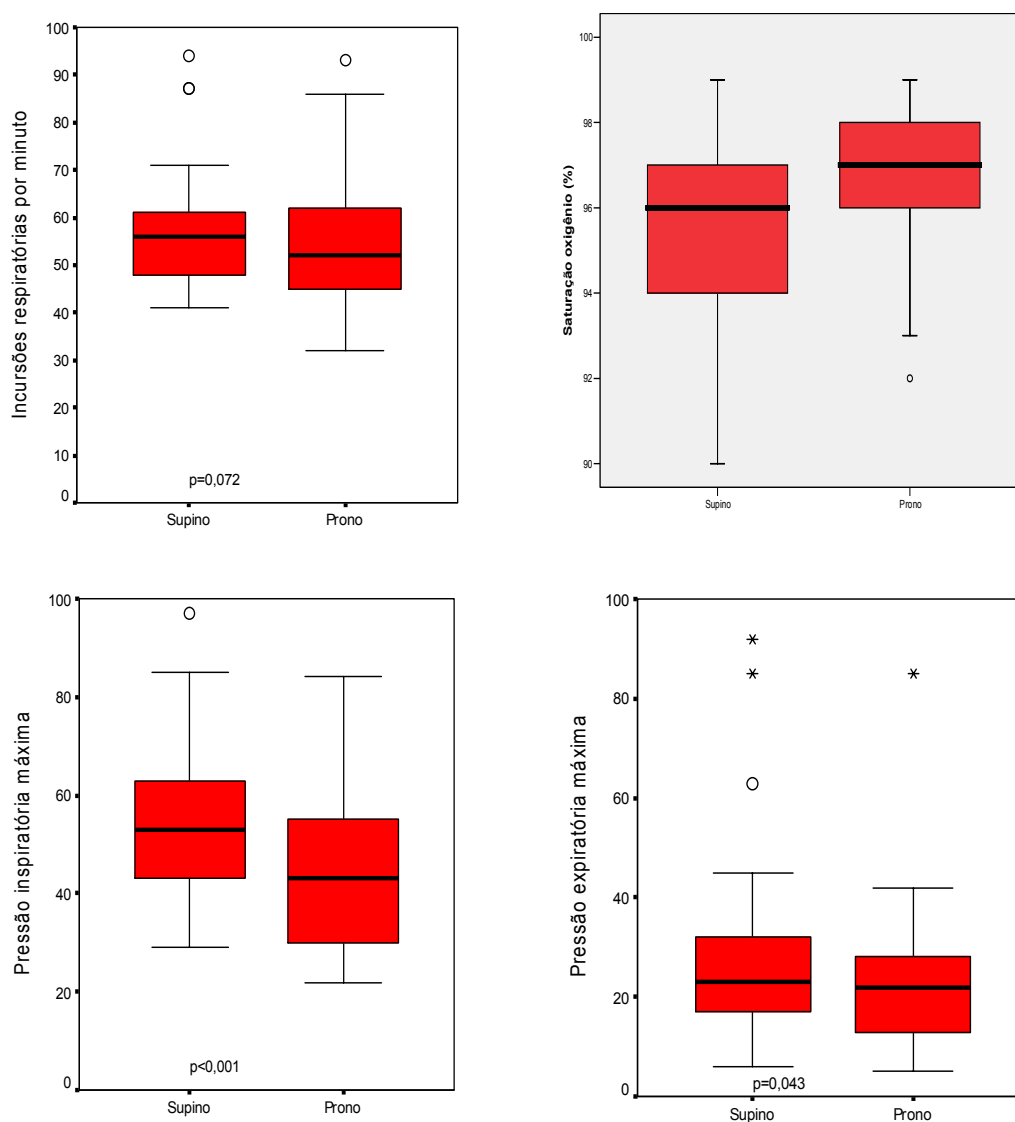


Gráfico 1: *Box-plot* de parâmetros de assistência ventilatória dos pacientes na posição supina e prona.

Não se verificou correlação entre nenhuma das características clínicas quantitativas com a variação da $P_{imáx}$, $P_{emáx}$ e FR, assim como não houve diferença nos valores da variação da $P_{imáx}$, $P_{emáx}$ e FR nas posições supina e prona entre nenhuma das características clínicas categóricas.

Entretanto, os pacientes que usaram surfactante tiveram maior variação na saturação de oxigênio do que os que não usaram. Nenhuma das outras variáveis estudadas apresentou diferença com significância estatística.

Das 45 crianças prematuras estudadas, 25 (55,6%) apresentaram Pimáx em supino maior que a média de Pimáx evidenciada no estudo, ou seja, 53 cmHg. Dessas 25, a maioria (56%) tem idade pós-concepção maior ou igual a 33 semanas. Além disso, as crianças que apresentaram Pimáx supino acima de 80 mmHg tinham idade pós-concepção de 35 semanas.

Em relação à extubação, na Tabela 3 nota-se que a minoria, sete crianças (15,9%), necessitou ser reintubadas, três delas por problemas respiratórios (apnéia). Na fase pós-extubação, 93,2% necessitaram de assistência ventilatória não-invasiva e foram conectados ao CPAP - pressão positiva contínua nas vias aéreas. O tempo médio de ventilação mecânica (VM) foi de 157,7 dias (30-720 horas).

Para fins de comparação, dividiu-se o período de ventilação mecânica em tempo de VM > 10 dias e VM < 10 dias. Na tabela 3, nota-se que as crianças que permaneceram em VM por mais de 10 dias apresentaram idade gestacional inferior a 30 semanas, exceto uma, que apresentou idade gestacional de 33 semanas e peso ao nascer de 850 gramas e foi, então, classificada como pequena para idade gestacional (PIG). Notou-se também que essas crianças, exceto a criança classificada como PIG, necessitaram de CPAP por período superior a 80 horas. Porém, não houve correlação significativa entre os valores de PiMáx e PeMáx com a idade gestacional, tempo de VM ou uso de CPAP.

Tabela 3: Características das crianças com tempo VM>10 dias

Tempo de VM (dias)	IG (semanas)	IPC (semanas)	PI supino	PE supino	Tempo CPAP (h)
30	28	33	43	15	96
12	28	30	48	27	210
11	30	32	29	17	120
11	28	30	39	16	240
18 ¹	33	35	62	30	30
27	27	30	55	32	144
15	29	31	59	29	80

¹ Criança classificada como pequeno para a idade gestacional (PIG).

IG = Idade gestacional; Pi = pressão inspiratória; Pe = pressão expiratória; IPC = idade pós-concepção.

Discussão

O presente estudo mostra aumento significativo da SatO_2 em 86,7% dos pacientes, quando em prono, dado este confirmado pela literatura atual, que preconiza que a posição prona melhora a oxigenação tanto em crianças respirando espontaneamente^{2,12,34-37} como em crianças sob ventilação mecânica³⁸. Esta melhora na SatO_2 não se relacionou a nenhuma outra variável do estudo, exceto ao uso de surfactante, sugerindo, então, um fator causal intrínseco, tais como alterações fisiológicas e mecânicas do aparelho respiratório causadas por mudanças posturais ou no uso do surfactante.

A oxigenação maior em prono poderia sugerir mais eficácia do diafragma durante a sua contração, gerando mais força e, assim, melhorando a ventilação e, então, otimizando as trocas gasosas. No entanto, alguns estudos demonstram que a Pimáx é menor na postura prona comparada à postura supina^{11,26}. A presente pesquisa também mostrou que a Pimáx foi menor em prono comparada à postura supina ($p < 0,0001$). Este achado pode ser explicado pelo menor raio de curvatura do diafragma em prono, levando ao encurtamento maior e perda na eficiência mecânica¹⁸.

Neste trabalho, as crianças com maior idade pós-concepção tenderam a apresentar valores de Pimáx acima da média encontrada, ou seja, 56,7% com Pimáx igual ou superior a 53 mmHg apresentaram idade pós-concepção igual ou acima de 33 semanas. Uma avaliação feita com medida de pressão transdiafragmática (Pdi) mostrou que essa pressão relaciona-se com a idade gestacional e idade pós-concepção, sugerindo que a força diafragmática é influenciada pelo desenvolvimento pós-natal³¹.

Em relação à frequência respiratória, os dados encontrados são similares aos da literatura, que informam que o posicionamento em prono ou supino não influencia a FR ^{3,12,13}.

A Pemáx teve seus valores diminuídos em prono ($p=0,04$) e não se relacionou a nenhuma variável do estudo. Há poucas publicações sobre a ação dos músculos abdominais na criança prematura. Um estudo realizado com eletromiografia usando-se eletrodos de superfície em bebês nascidos com 25 a 34 semanas de idade gestacional ressalta que as crianças sem dificuldade respiratória não apresentam atividade dos músculos oblíquo externo, apenas naquelas com doença respiratória esses músculos têm papel na expiração⁴⁰. As medidas de força de musculatura expiratória foram realizadas com oclusão no final da inspiração e início da expiração e no volume pulmonar submáximo, permitindo a expiração forçada. Visualizou-se a contração da musculatura abdominal. Poucas investigações têm abordado a força da musculatura expiratória.

As crianças que permaneceram em VM por mais de 10 dias tinham idade gestacional inferior a 30 semanas e também necessitaram de CPAP por período superior a 80 horas. Porém, não houve correlação entre os valores de Pemáx e Pimáx e o tempo de VM e CPAP. Este achado pode estar relacionado ao fato, já relatado na literatura, de que a falência na extubação, em crianças prematuras, é melhor predita pela baixa idade gestacional que pela medida de força de musculatura respiratória⁴¹.

A porcentagem de reintubação foi de 15,9%, coincidente com outros autores, que enfatizam variação de 11 a 39%^{42,43}. Dessas crianças, três (6,7%) foram reintubadas por causas respiratórias (apnéia), duas delas com Pimáx supino abaixo da média. A que apresentou Pimáx supino maior que 53 mmHg foi classificada como PIG e não foi considerada. Como o número de crianças com falha na extubação (reintubadas) foi baixo, não se pode inferir que a Pimáx baixa influenciou a extubação.

Este trabalho foi realizado na postura prona e supina com elevação da cabeceira a 15°, o que pode ter levado a resultados diferentes de outros registrados. Foram destacadas diferenças entre a postura prona com cabeceira a 15° e a postura supina e cabeceira a 0°⁴⁴. Worangidpoonpol (2001)³⁵ relata que, em prono com cabeceira a 15° de elevação, houve aumento da SatO₂ em relação à supino com cabeceira a 15°. Dimitriou *et al.* (2002)³⁹ informaram diferença na Pimáx e SatO₂ quando compararam a postura prona com cabeceira a 0° com a postura supina com cabeceira a 0° e 45°, sendo a Pimáx maior em supino com cabeceira a 0° e 45° e a SatO₂ maior em prono e em supino com cabeceira a 45°.

Além disso, o posicionamento da cabeça também pode afetar o mecanismo respiratório. A flexão excessiva do pescoço em recém-nascidos e principalmente em

prematturos pode levar à obstrução das vias aéreas e causar apnéia⁴⁵. Dimitriou *et al.* (2002)³⁹ comentam que não houve diferença significativa entre as posições supina com cabeça na linha média e supino com cabeça para direita. Neste estudo foi usada a postura prona com cabeça para a direita e postura supina com cabeça na linha média.

O tempo em que as crianças ficam em cada posição também pode interferir nos resultados. Alguns autores relatam efeitos da posição prona em curto prazo, isto é, de dois a 20 minutos^{3,22}. Outros demonstram mais benefícios da posição prona quando a permanência nesta for maior, como 30 minutos a 48 horas^{11,34-36}.

A postura prona, nesta investigação, foi realizada com apoio abdominal, isto é, restrição abdominal. O apoio abdominal na posição prona tem sido descrito tanto com adultos como em crianças. Entretanto, Wagaman *et al.* (1979)²⁰, avaliando crianças recém-nascidas intubadas, compararam a posição prona com abdômen restrito e abdômen livre e concluíram que não houve diferença significativa entre as duas posições quanto aos parâmetros avaliados.

A técnica de aferição das medidas de Pimáx e Pemáx também pode influir nos resultados. Este também é um assunto controverso na literatura, as medidas de Pi e Pe não são padronizadas para crianças abaixo de cinco anos de idade. No tocante aos testes de músculos respiratórios, especificamente as medidas de Pimáx, a ATS/ERS (2002) recomenda, no item medida de função muscular na Unidade de Terapia Intensiva, que pode medir-se a Pimáx de pacientes dependentes de ventilação mecânica por meio de válvula unidirecional na qual a inspiração é bloqueada, fazendo com que o paciente alcance o volume residual do pulmão. Assim, a Pi medida pode ser a máxima. O maior valor de Pimáx gerada geralmente ocorre após 15-20 esforços ou após 15-20 segundos de oclusão.

A Pimáx foi medida, aqui, com válvula unidirecional conectada ao tubo endotraqueal, o que permite que a criança expire, mas não inspire, diminuindo, assim, seu volume pulmonar até próximo ao volume residual. Alguns pesquisadores descrevem essa técnica em neonatos prematturos^{11,31,32,41}. A oclusão para a medida de Pimáx foi realizada por um período de 20 segundos, com uma série de três oclusões, como já relatado^{30,42}.

Conclusões

Houve aumento da saturação de oxigênio em prono comparado à posição supina.

Observaram-se menores valores de pressão inspiratória e de pressão expiratória na posição prona do que na posição supina. Não se verificou associação entre a variação desses parâmetros e gênero, tipo de parto, uso de corticoesteróide pré-parto, surfactante, uso de CPAP, evolução com displasia broncopulmonar, idade gestacional, Apgar 1º e 5º minutos, peso ao nascimento, peso na extubação, exceto pela maior variação de SatO_2 em crianças que receberam surfactante. Porém, notou-se que crianças com maior idade pós-concepção tenderam a apresentar Pimáx superior à média. As crianças que permaneceram em VM por mais de 10 dias exibiram idade gestacional menor que 30 semanas.

A frequência respiratória não apresentou variação estatisticamente significativa na posição prona em relação à posição supina.

Referências

1. Murdoch, I.A.; Storman, M.O. Improved arterial oxygenation in children with the adult respiratory distress syndrome: the prone position. **Acta Paediatr**, Stockolm, Scandinavin, 1994; 83: 1043-1046.

2. Martin, R.J. Effect of supine and prone position on arterial oxygen tension in the preterm infant. *Pediatrics*. 1979; 63:528-531.
3. Schwartz, F.C.; Fenner, A.; Wolfsdorf, J. The influence of body position on pulmonary function in low birth weight babies. *S Afr Med J*. 1975; 49:79-81.
4. Goto, K., Mirmiran M, Adams MM, Langford RV, Baldwin RB, Boeddiker MA, Ariagno RL. More awakening and hearth rate variability during supine sleep in preterm infants. *Pediatrics*. 1999; 103: 603-609.
5. Masterson, J.; Zucker, C.; Schulz, e. Prone and supine positioning effects on energy expenditure and behavior of low birth weight neonates. *Pediatrics*. 1987; 80: 689-692.
6. Sahni R, Saluja D, Sculze KF, Kashyap S, Ohira-Kist K, Fifer WP, Myers MM. Quality of diet, body position and time after feeding influence behavioral states in low birth weight infants. *Pediatrics*. 2002; 52: 399-404.
7. Ariagno, R.L.; Mirmiran, M.; Adams, M.; Saporito, A.G. Effects of positioning on sleep, heart rate, variability, and QT intervals in the preterm infants at 1 and 3 months corrected age. *Pediatrics*. 2003; 111: 622-625.
8. Franco P, Pardou A, Hassid S, Kahn A. Decreased cardiac responses to auditory stimulation during prone sleep. *Pediatrics*. 1996; 97: 174-178.
9. Kurlak, L.O.; Ruggino, N.R.; Stepherson, T.J. Effects of nursing position on incidence, type, and duration of clinically significant apnea in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*. 1994; 71: 16-19.
10. Heimler R, Langlois J, Hodel DJ, Nelin LD, Sasidharan P. et al. Effects of positioning on the breathing pattern of preterm infants. *Arch of Disease in Childhood*. 1992; 67: 312-314.
11. Leipälä JA, Bhat RY, Rafferty GF, Hannam S, Greenough A. et al. Effect of posture on respiratory function and drive in preterm infants prior to discharge. *Pediatric pulmonology*. 2003; 38:295-300.
12. Antunes LC, Rugolo LMSS, Crocci AJ. Efeito da posição do prematuro no desmame da ventilação mecânica. *Jornal de Pediatria*. 2003; 79:86-91.
13. Levy J, Habib RH, Liptesen E, Singh R, Kahn D, Steele AM, Cortney SE. et al. Prone versus supine positioning in the well preterm infant; Effects on work of breathing and breathing patterns. *Pediatric pulmonology*. 2006; 41:7543-758.
14. Monterosso L, Kristjanson L, Cole J. Neuromotor development and the physiologic effects of positioning in very low birth weight infants. *Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2002; 31: 138-146.
15. Kattwinkel, J.; Brooks, J.; Myerberg, D. Positioning and SIDS. *Pediatrics*. 1992; 89: 1120-1126.

16. Skadberg, B.T, Behaviour and physiological responses during prone and supine sleep in early infancy. *Arch Dis Child*. 1997; 76: 320-324.
17. Wolfson MR, Greenpan JS, Deoras KS, Allen JL, Shaffer TH. Effect of position on the mechanical interaction between the rib cage and abdomen in preterm infants. *J Applied Physiology*.1992; 72: 1033-1038.
18. Rehan VK, Nakashima JM, Gutman A, Rubin LP, McCool FD. Effects of the supine and prone position on diaphragm thickness in healthy term infants. *Arch Dis Child*.2000; 83: 234-238.
19. Hutchison, A.A.; Ross, K.R.; Russell, G. The effect of posture on ventilation and lung mechanics in preterm and light-for-date infants. *Pediatrics*.1979; 64: 429-432.
20. Wagaman MJ, Shutak JG, Mommjian AS, Schwartz JG, Shaffer TH, Fox WW.. Improved oxygenation and lung compliance with prone positioning of neonates. *J. Pediatrics*.1979; 94: 787-791.
21. Adams, J.A.; Zabaleta, I.A.; Scanner M.A. Comparison of Supine and Prone in ventilated infants Noninvasive. *Pediatr Pulmonol*.1994; 18: 8-12, 1994
22. Numa AH, Hammer J, Newth CJ. Effect of prone and supine positions on functional residual capacity, oxygenation and respiratory mechanics in ventilated infants and children. *Am J Respir Crit Care*.1997; 166: 1185-1189.
23. Ritcher T, Bellani G, Harris RS, Melo MFV, Winkler T, Venegas Jg, Musch G.et Effect of prone position on regional shunt, aeration, and perfusion in experimental acute lung injury. *Am. J. Respir and Crit Care Med*.2005; 172: 480-487.
24. Mure, M.; Martling, C.; Lindahl, S.G.E, Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med*. 1997; 25: 1539-1544.
25. Prisk GK, Yamada K, Henderson AC, Arai TJ, Levin DL, Buxton RB, Hopkins SR. Pulmonary perfusion in the prone and supine postures in the normal human lung. *J Appl Physiol*. 2007; 103: 883-894.
26. Dimitriou G, Greenough LP, McGhee A, Hickey A, Rafferty GF et al. Effect of posture and respiratory muscle strength in convalescent infants. *Arch Dis Childr Fetal Neonatal*. 2002; 86: 147-150.
27. Traeger, N.; Panitch, H.B. Tests of respiratory muscle strength in neonates. *American Academy of Pediatrics*.2004; 5: 204-208.
28. ATS-ERS American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 518-624.
29. AARC CLINICAL PRACTICE GUIDELINE: Infant/Toddler Pulmonary Function Tests, *Am J Respir Crit Care Med*.2003; 40: 761-768.

30. Fitzgerald D.A, Mesiano G, Brosseau L, Davis GM. et al. Pulmonary outcome in extremely low-birth weight infants. *Pediatrics*. 2000;105:1209-1215.
31. Dimitriou G, Greenough A, Rafferty GF, Moxham J. Effect of maturity on maximal transdiaphragmatic pressure in infants during crying. *Am J Respir Crit. Care Med*. 2001; 164: 433-436.
32. Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1999; 160: 1562-1566.
33. Baumeister BL, El-Khatib M, Smith PG, Blumer JL. et al. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol*. 1997; 24: 344-352.
34. Bhat, R.Y.A, Leipälä JA, et al. Effect of posture on oxygenation, Lung Volume. And Respiratory Mechanics in Premature Infants Studied Before Discharge. *Pediatrics*. 2003; 112: 29-32.
35. Worangidpoolnol P. The effects of positioning on oxygenation and sleep state in preterm infant. *Chiang Mai Med. Bull*. 2001; 40(2):1-7.
36. Chaisupamongkollarp, T, Preutthipan A, Vaicheeta S, Chantarojanasiri T, Kongvivekkajornkij W, Suwanjutha S. Prone position in spontaneously breathing infants with pneumonia. *Acta Pediatr*. 1999; 88: 1033-1034.
37. Pelosi P, Tubiolo, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, Gattinoni L. Effects of prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 1988; 157: 387-393.
38. Balaguer, A.; Escribano, J.; Roque, M. Infants position in neonates receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006; 18: CDOO3668.
39. Dimitriou G, Greenough A, Endo A, Cherian S, Rafferty GF. et al. Prediction of extubation failure in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2002; 88:32-35.
40. South M, Morley C.J, Hughes G. Expiratory muscle activity in preterm babies. *Arch Dis Child*. 1987; 62: 825-829.
41. Shouts D, Clarke TA, Benumof JL, Mannino FL. et al. Maximum inspiratory force in predicting successful neonate tracheal extubation. *Crit Care Med*. 1979; 7: 485-486.
42. El-Khatib M.F, Baumeister B, Smith PG, Chatuburn RL, Blumer JL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: Does it predict successful extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med*. 1996; 22: 264-268.
43. Jenni OG, Siebenthal K, Wolf M, Keel M, Duc G, Bucher HU. et al. Effects of nursing in the head elevated tilted position (15°) on the preterm infants. *Pediatrics*. 1999; 100: 622-625.

44. Thach BT, Stark AR. Spontaneous neck flexion and airway obstruction during apneic spells in preterm infants. J. Pediatr. 1979; 94: 275-281.

ANEXO A – Parecer da Câmara do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG.

Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2004

Assunto: Parecer da Câmara do Departamento de Pediatria no 12004
Nº 69/2004

Relator: Marcos José Burle de Aguiar.

Título: Efeitos da postura sobre o volume corrente e força dos músculos respiratórios em crianças prematuras

Interessadas: Profa. Dra. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana e Rita de Cássia Malagoli

Mérito:

Apesar do uso intensivo da postura prono em berçários e UTIs infantis, os riscos e benefícios desta postura ainda são controversos.

Os objetivos do presente trabalho são:

Geral: Medir os valores de Volume Corrente, Volume Minuto e Pimáx nas posturas prono, supino e decúbito lateral direito.

Específicos:

Comparar os valores de cada uma das variáveis em cada postura.

Determinar os efeitos do posicionamento sobre o padrão respiratório, a partir do volume corrente, e volume minuto, sobre a força dos músculos respiratórios, sobre a oxigenação arterial, nos recém-nascidos prematuros em desmame de ventilação mecânica.

Relacionar as variações dos níveis de saturação de oxigênio encontrados em cada postura com as variações nos valores de volume corrente, ventilação minuto e Pimáx.

A justificativa do trabalho, metodologia, cronograma e orçamento estão bem descritos e adequados.

Não existem problemas éticos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido atende às recomendações do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

A título de sugestão às autoras, rever a pontuação de algumas sentenças onde o verbo está separado do objeto ou do sujeito por vírgulas e a substituição dos termos CRIANÇAS, no título, e bebês no texto por prematuros que é mais preciso.

Parecer: Pelo exposto, somos pela aprovação do Projeto sem restrições.

Marcos José Burle de Aguiar

Aprovado em Reunião da Câmara Departamental

EM 17.12.2004

Prof. Cleonice de Carvalho Coelho Mota
Chefe do Departamento de Pediatria
Faculdade de Medicina / UFMG

ANEXO B – Parecer do COEPE – UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

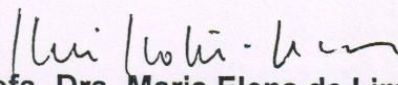
Parecer nº. ETIC 364/05

Interesse: Profa. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana
Depto. de Pediatria - FMUFG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 23 de novembro de 2005, o projeto de pesquisa intitulado << **Efeitos do posicionamento no volume pulmonar e força dos músculos respiratórios em crianças pré termo em processo de desmame da ventilação mecânica** >> bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

p/ 
Prof. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Prédio da Reitoria – 7º andar sala: 7018 - 31.270-901 – BH - MG
(31) 3499-4592 - FAX: (31) 3499-4027 - coep@prpq.ufmg.br

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.

Universidade federal de minas gerais – Faculdade de medicina

Pesquisa – Efeitos do posicionamento na força dos músculos respiratórios em crianças prematuras

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - Título

Efeito da postura sobre força dos músculos respiratórios em crianças prematuras.

II - Pesquisadora

Rita de Cássia Malagoli

Contacto: (-31) 99791868 e (031) 3312-2532

III - Orientador

Cândida Ferrarez Bouzada

Contato: (31) 3248 9934

IV – Garantia de esclarecimentos antes e durante a pesquisa

A pesquisadora RITA DE CÁSSIA MALAGOLI, a orientadora CÂNDIDA FERRAREZ BOUZADA estão a disposição para quaisquer esclarecimentos antes e durante a realização da pesquisa.

V – Garantia de acompanhamento, assistência e seus responsáveis

A pesquisa propõe apenas coleta de dados de crianças atendidas seguindo as normas internacionais de atendimento apresentadas, sendo que o acompanhamento e a assistência da criança ficam a cargo do hospital.

VI – Garantia de liberdade para o sujeito deixar a pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para ele, e garantia de sigilo

Os pais ou responsáveis podem retirar seu (a) filho(a) da pesquisa a qualquer momento com a certeza de que não haverá nenhum prejuízo para ele uma vez que garantimos sigilo assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

VII – Quantidade de tempo para o sujeito decidir sobre a sua participação na pesquisa

Após receber, em mãos, o consentimento livre e esclarecido, os pais ou responsáveis terão 24 horas para decidir se permitirão ou não a participação de seu (a) filho(a) na pesquisa.

VIII – Local do Estudo

Unidade neonatal do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

IX - Esclarecimento

O posicionamento da criança de “barriga para baixo”, (postura prono) nos setores de tratamento de recém nascidos, vem sendo muito utilizado. Entretanto, não há comprovação dos reais benefícios de cada postura sobre a função pulmonar das crianças prematuras.

Uma vez que a comprovação destes benefícios seja feita, crianças que necessitam da ajuda de máquinas para respirar não correrão riscos desnecessários provocados por posicionamento inadequado. A obtenção de valores da força muscular e ventilação pulmonar em cada postura ajudará a detectar qual o posicionamento mais seguro para a criança após a retirada do tubo.

Nossa pesquisa tem como objetivo avaliar qual a postura trará mais benefícios à crianças que estão prontas para respirar sozinhas. Serão feitas algumas medidas que **NÃO** trarão risco graves para seu filho, pois alguns cuidados sempre serão tomados: se ele ficar cansado a pesquisa será interrompida até que ele se acalme; ele receberá oxigênio se precisar; os pesquisadores terão os cuidados necessários com a limpeza das mãos e dos aparelhos para que não haja nenhum tipo de contaminação; haverá sempre uma equipe médica disponível para qualquer emergência.

Esta pesquisa pode trazer benefícios para outras crianças.

X - Confidencialidade

As informações obtidas através deste estudo serão de conhecimento apenas da equipe de pesquisa e dos responsáveis pelo recém nascido. Os dados e resultados serão divulgados na forma de pesquisa científica, revistas simpósios e congressos sem, no entanto, revelar a identidade do investigado.

XI - Participação voluntária / desistência

A participação seu (a) filho(a) neste estudo é voluntária.

O responsável pela criança tem a liberdade de recusar a participar ou retirar a autorização para a participação na pesquisa a qualquer hora, sem trazer nenhum tipo de comprometimento no tratamento da criança.

XII – Autorização:

Eu, _____ (nome do (a) responsável) pelo menor _____ (nome do paciente), declaro ter sido informado (a) clara e completamente sobre os benefícios previstos, potenciais riscos e os incômodos que esta pesquisa possa acarretar. Expresso minha concordância de espontânea vontade em colaborar com esta pesquisa, autorizando a coleta de dados.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

Belo Horizonte, _____ de _____ de 200____.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)